

ЖАЛОНИ НА СТОЛЕТИЕТО

В кн. 1 на "Светът на физиката" от последната година на изминалото хилядолетие поместихме статията на акад. В. Гинзбург "Кои проблеми на физиката и астрофизиката днес изглеждат особено важни и интересни". Сега, в кн. 1 от първата година на новото хилядолетие, препечатваме станалата емблематична, но реално малко позната, реч на лорд Келвин (Уилям Томсън) "Облаците на деветнадесети век над динамичната теория на топлината и светлината"*, произнесена в началото на първата година на миналото столетие. И като десерт: "Предсказанията на сър Артър Кларк за XXI век". Надяваме се, че на любознателния читател му се предоставя прекрасна възможност за безброй сравнения и размисли.

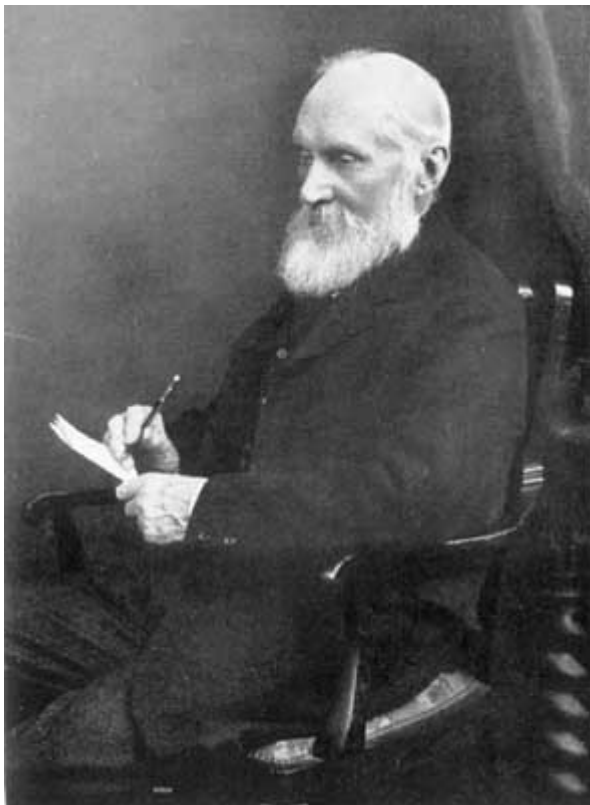
Честит XXI век!

* "Nineteenth Century Clouds over the Dynamical Theory of Heat and Light". Значително разширен и преработен текст на доклада е публикуван в Phyl. Mag., July, 1901, p. 486. Редколегията благодари на д-р Чавдар Тодоров, Университет в Белфаст, за съдействието му при издирване на статията.

ОБЛАЦИТЕ НА ДЕВЕТНАДЕСЕТИ ВЕК НАД ДИНАМИЧНАТА ТЕОРИЯ НА ТОПЛИНАТА И СВЕТЛИНАТА

Лорд Келвин (Уилям Томсън)

(Реч, произнесена пред Кралския Институт на 27 април 1900 г.)



Красотата и яснотата на динамичната теория, която твърди, че топлината и светлината са форми на движение, в днешно време се помрачава от два облака. 1. Първият се появи във връзка с вълновата теория на светлината и с него се занимаваха Френел и Томас Йънг. Той включва въпроса: как би могла Земята да се движи през еластично твърдо тяло, какъвто е светоносният етер? 2. Вторият е свързан с учението на Максвел и Болцман относно разпределението на енергията.

Облак N 1. - Относителното движение на етера и тежките тела.

Такива са движещите се тела на земната повърхност - камъните, металите, течностите и газовете, самата Земя като цяло, метеоритите, Луната, Слънцето и останалите небесни тела. Този въпрос вероятно би получил задоволителен отговор, ако предположим, че етерът е практически идеално еластичен и претърпява нищожно малки деформации спрямо извънредно бързите трептения, които съставят светлината; заедно с това той се държи почти като течност с много малък вискозитет и оказва извънредно малко съпротивление, практически не оказва никакво съпротивление на бавно движещите се през него тела, каквито са и най-бързите небесни тела. Съществуват обаче множество твърде сериозни възражения спрямо това предположение; измежду тях най-често отбелязваното, макар и не най-сериозното, е, че то като че ли не се съгласува с известните явления на аберация на светлината. По този повод в знаменитото си писмо до Араго (1818 г.) Френел пише:

“При тази хипотеза обаче изглежда невъзможно да се обясни отклонението на звездите; до този момент не мога другояче да си обясня това явление освен като предположа, че етерът преминава свободно през земното кълбо и че скоростта, предавана на този фин флуид, е само малка част от тази на Земята, например по-малка от една стотна.

Колкото и необикновена да изглежда тази хипотеза на пръв поглед, тя според мен не е по никакъв начин в противоречие с идеята на много от най-изтъкнатите физици за изключителната поръзност на телата.”¹

Същата хипотеза беше предложена от Томас Йънг в знаменитото му твърдение, че етерът преминава между молекулите или атомите на материалните тела подобно на вятър през короните на дървета. Очевидно нито Френел, нито Йънг са се досещали, че етерът в тяхната вълнова теория на светлината със своите напречни трептения фактически е еластично тяло, т.е. вещество, което оказва съпротива спрямо промяната на формата с постоянна или почти постоянна сила. Ако бяха се досетили за това, те биха забелязали колко невероятно трудно би било за етера да се провира през порите или през пролуките между атомите на веществото.

Струва ми се, че без да влизаме в противоречие с нищо от онова, което знаем от наблюденията над природата, можем просто да отхвърлим схоластичната аксиома, че две части от веществото не могат едновременно да заемат едно и също пространство, и да приемем като допустима хипотеза, че етерът може да заема същото пространство, в което има вещество, и че етерът не се измества от тежките тела, движещи се през пространството, заемано от него. Но тогава как би могло веществото да въздейства върху етера и етерът да въздейства върху веществото, за да възникнат познатите явления на светлината (или на лъчистата топлина), създавани от действието на телата върху етера или от действието на етера върху телата, така че да се получават видимите химически, фосфоресцентни, термични и фотографски ефекти? На този въпрос можем без затруднение да отговорим, ако предположим, че етерът може да се свива и разтяга.² Нужно е само да допуснем, че атомът упражнява сила върху етера, в резултат на което в заеманото от атома пространство възниква свиване или разреждане. В момента, за да не усложнявам нещата, аз се ограничавам с предположението, че създаващият свиване или разреждане атом е сферичен и създава концентрични сферични повърхности с еднаква плътност, но в рамките на заемания от атома обем се запазва същото пълно количество етер, каквото има в равен обем от свободен несмутен етер.

Споменатите по-горе явления попадат по естествен начин под общата динамика на вълновата теория на светлината и ние бихме се доближили съществено до тяхното пълно обяснение, ако разполагахме със задоволителна фундаментална връзка между етера и веществото на мястото на старото несполучливо схващане, че атомите на веществото изместват етера от пространството пред тях, когато се движат по отношение на етера около тях. Тогава бихме ли могли да приемем, че предложената от мен хипотеза разпръсква първия от двата облака? Тя със сигурност би могла по напълно задоволителен начин да обясни “аберацията на светлината”, свързана с движението на Земята през етера. Тя позволява на Земята да се движи напълно свободно през пространството, заемано от етера, без да го измества. Като преминава през земното кълбо, етерът - еластично твърдо тяло - не би изпитвал затрудненията, които среща в схващането на Френел за поръзността и за етера, движещ се през порите подобно на флуид. Етерът ще се движи относно масивните тела с пълната свобода, необходима за познатата ни аберация, вместо с непълната свобода на въздуха, движещ се през короните на дърветата, както предлага Томас Йънг. Според него във всички точки на земната повърхност би имало етерен поток, успореден на тангентата към земната орбита около Слънцето и движещ се със скорост 30 km/s. Това изобщо не противоречи на познатите ни явления от земната оптика; но уви! има противоречие с извода, че етерът в земната атмосфера е неподвижен спрямо Земята, който беше направен въз

основа на възхитителния експеримент, замислен от Мичълсън и осъществен от него и Морли по толкова прецизен начин, който гарантира надеждността на резултатите. Аз не виждам никакъв дефект нито в замисъла, нито в осъществяването на този експеримент. А възможността да се освободим от извода, който той като че ли налага, може да се намери в блестящото предложение, направено независимо от Фицджералд и от Лоренц, според което движението на етера през тялото леко изменя неговите линейни размери, така че апаратурата на Мичълсън и Морли се скъсява в посоката на движението с една стомилионна част³, поради което резултатът от този експеримент не противоречи на схващането за свободно движение на етера през пространството, заемано от Земята.

Страхувам се, че Облак N 1. все още си остава твърде плътен.

Облак N 2. Преди половин век Уотърстоун, в съобщение пред Кралското Общество изказва следното твърдение: “В смесени среди средноквадратичната скорост на молекулите е обратнопропорционална на масата на молекулата. Това е законът за равенството на *vis viva*”. По този повод Лорд Рейли по-късно заявява: “Това е първата формулировка на една твърде важна теорема ... Този закон е тясно свързан с Максвеловото разпределение на скоростите, за което Уотърстоун не е можел да знае.”

Без да знае за тази погребана статия на Уотърстоун, Максвел през 1859 г. докладва пред Британската Асоциация в Абърдийн следното предложение относно движението и ударите между идеално еластични сфери: “Две системи от частици се движат в един общ съд; да се докаже, че средната *vis viva* на всяка частица ще стане една и съща в двете системи”. Както по-късно показва Тейт (1886 г.), доказателството на Максвел е много по-убедително от това на Уотърстоун и е основа за идеите и принципите на кинетичната теория на газовете.

И тримата, Уотърстоун, Максвел и Тейт, приемат, че частиците на двете системи са изцяло смесени. Тяхната теорема е от фундаментално значение за специфичните топлини на газови смеси. Те обаче не намекват за доказателство на съответната теорема относно разпределението на енергията между две съвкупности от еднакви частици, разделени от непроницаема за частиците мембрана, която все пак позволява на молекулите от двете ѝ страни да взаимодействат помежду си, а това е най-простата илюстрация на молекулнодинамичната основа на закона на Авогадро.

Под “частица” по-горе се разбира атом на Бошкович⁴, действащ върху другите атоми по линии, свързващи центровете на инерция (така че при ударите не се поражда никаква ротация), като законът за действие между два атома гласи: *на разстояние, по-голямо от сумата на техните радиуси, силата е нулева, а когато то е равно на тази сума силата е безкрайна*. Нищо не би се изменило, ако вместо последното условие говорим за сила на отблъскване, която расте с намаляване на разстоянието и става безкрайност, когато това разстояние стане нула.

Но ако частиците са атоми на Бошкович, притежаващи център на инерция, който не съвпада с центъра на силите, ударите ще доведат до промени в ротацията. По отношение на ротацията Уотърстоун и Клаузиус мъдро се въздържат да кажат нещо повече от това, че средната кинетична енергия на ротация е в постоянно отношение спрямо средната кинетична енергия на трансляция. С възхитителна смелост Болцман и Максвел заявиха, че това отношение е равенство; Болцман беше намерил нещо, което

смяташе за потвърждение на това забележително предположение, а Максвел прие валидността на това потвърждение.

Болцман отиде по-нататък⁵ и разшири теоремата за равенството на средните кинетични енергии за всяка система от краен брой материални точки (атоми на Бошкович), взаимодействащи с произволен закон за силите и движещи се свободно помежду си. Най-после Максвел демонстрира това⁶, като разшири теоремата за обобщени Лагранжеви координати на произволна система с краен или с безкраен брой степени на свобода. Своята теорема той формулира по следния начин:

“Единственото предположение, необходимо за прякото доказателство, е че ако системата бъде оставена в действителното си състояние на движение, тя рано или късно ще минава (безкрайно близо; K) до всяка фаза, която съответства на равенство на енергиите”.

И по-нататък:

“От теоремата следва, че в окончателното състояние на системата средните кинетични енергии на две части от системата трябва да се отнасят както числата на техните степени на свобода.

Следователно това трябва да е условието за равенство на температурите на тези две части от системата.”

Аз самият никога не се убедих във валидността на предположението, върху което Максвел основава своето твърдение, и на мен винаги ми се е струвало, че то едва ли е вярно. Ако се окаже вярно, това би било чудесно и то ще е твърде интересно за чистата математическа динамика. След като е публикувано от Болцман и Максвел, то заслужава най-сериозно внимание даже без да се отчита неговото значение за термодинамиката. Обаче, когато разглеждаме неговото значение за термодинамиката при неговото първо и най-очевидно приложение, ние установяваме, че то има разрушителен ефект върху кинетичната теория на газовете, на която Максвел е един от главните основатели. Затова за нас това не е нищо друго, а облак над динамичната теория на топлината и светлината.

И Максвел, и Болцман разбираха противоречието на тяхната кинетична теория на газовете с експеримента и осъзнаваха наложителната необходимост то да бъде обяснено. Например Максвел, в своята лекция върху динамичните аргументи в полза на молекулния строеж на телата (изнесена пред Химическото Общество на 18 февруари 1875 г.), казва: “Изложих пред вас онова, което според мен е най-голямата трудност, с която се сблъсква молекулната теория. Болцман изказа идеята, че обяснението трябва да се търси във взаимодействието между молекулите и средата на обкръжаващия ги етер. Страхувам се обаче, че ако привлечем на помощ тази среда, ние само ще увеличим изчислената специфична топлина, която и така е прекалено голяма.” Рейли, който през последните двадесет години е непоколебим поддръжник на учението на Болцман и Максвел, завършва статията си “*Върху закона за разпределение на енергията* (Phil. Mag., Jan. 1900) с думите: “Трудностите, свързани с прилагането на закона за равното разпределение на енергията към реалните газове, се осъзнават отдавна. В случая на аргон, хелий и живачни пари отношението на специфичните топлини (1,67) ограничава степените на свобода на всяка молекула до трите за

транслационното движение. Стойността 1,4 за основните двуатомни газове оставя място за трите вида трансляция и за два вида ротация. Нищо не остава за ротацията около оста, свързваща атомите, нито за относителното движение на атомите по тази ос. Даже ако смятаме атомите за точкови, така че ротацията им нищо да не означава, все пак трябва да съществува енергията на втория вид движение, а нейната стойност (според закона) съвсем не е за пренебрегване.

“Сблъскваме се с една принципна трудност, отнасяща се не само до теорията на газовете, но фактически до общата динамика. В повечето въпроси на динамиката всяко условие, чието нарушаване изисква голяма стойност на потенциалната енергия, може да се разглежда като ограничение. Именно този принцип ни позволява да разглеждаме твърдите тела като неогъваеми, нишките като неразтегливи и т.н. Именно върху подобни ограничения е основан Лагранжевият метод. Но законът за равното разпределение пренебрегва потенциалната енергия. Колкото и голяма да е енергията, необходима за промяната на разстоянието между два атома в една двуатомна молекула, неразтегливостта практически никога не е гарантирана и затова кинетичната енергия по оста на връзката е същата като за най-слаба връзка. Двата атома, както и да са свързани помежду си, остават два атома и съответно степените на свобода остават шест.

Необходимо е, както изглежда, да намерим начин да се отървем от разрушителната простота на общия извод.”

Най-простият начин да постигнем желания резултат е да отхвърлим този извод. И по такъв начин, в зората на двадесетия век, да обърнем гръб на облака, който хвърля сянка върху молекулната теория на топлината и светлината през последната четвърт на деветнадесетия век.

(Разширеният текст на доклада е публикуван в *Phil. Mag.*, July 1901).

Превод (със съкращения): Михаил Бушев

¹ Цитатът е на френски по *Annales de Chimie*, 1818. - Бел. прев.

² Да отричаме подобно свойство означава да приписваме на етера безкрайно голямо съпротивление спрямо силите, които го свиват или разтягат, а това без преувеличение е едно безкрайно трудно предположение.

³ Това е квадратът от стойността на отношението на скоростта на Земята около Слънцето (приблизително 30 km/s) към скоростта на светлината (300 000 km/s).

⁴ Руджер Бошкович (1711-1787) - хърватски учен и философ. Работил е в Италия и Франция. Развива учението за т.нар. динамичен атомизъм - теория за строежа на веществото, основана върху представата за точкови, неделими и тъждествени частици, между които действат универсални по своя характер сили. - Бел. прев.

⁵ ‘*Studien über das Gleichgewicht der lebendigen Kraft zwischen bewegter materiellen Punkten.*’ Sitzb. K. Akad. Wien, Oktober 8, 1868.

⁶ “*On Boltzmann’s Theorem on the Average Distribution of Energy in a System of Material Points.*” Camb. Phil. Trans. , May 6, 1878.

ПРЕДСКАЗАНИЯТА НА СЪР АРТЪР КЛАРК ЗА XXI ВЕК



Никой не може да предскаже бъдещето. Но мен отдавна са ме нарочили за пророк, въпреки че ми се нрави повече званието "екстраполатор". Опитвам се да отделя възможните варианти на бъдещето, като едновременно посоча, че съвършено неочаквани открития или събития могат само за няколко години да превърнат всякакви прогнози в абсурд. Класическият пример - заявлението на един от директорите на IBM, направено към края на 40-те години, че световният пазар на компютри не е повече от пет бройки. Днес, само в моя кабинет те са повече, а пък се и множат като зайци ...

Към хронологията, с която сега ще се запознаете, ви препоръчвам да се отнасяте със здрав скептицизъм. Някои от събитията (като прелитането на комета, например) са вече осигурени и ще протекат по разписание. Други може и да се сбъднат, а се надявам някои от тях да не се сбъднат.

Нека си призная, че независимо от голямото изкушение, пропуснах много интересни и твърде възможни катастрофи, защото към бъдещето трябва да се отнасяме с оптимизъм.

Пожелавам на всички да проверят точността на моите предсказания в новогодишната нощ срещу 1 януари 2101 г.!

2001 г. (1 януари) - Започва новото хилядолетие и новият век.

Космическата сонда "Касини", изстреляна през октомври 1997 г., достигнала Сатурн през юли 2000 г., започва изследването на планетата и на нейната орбита.

2002 г. - На пазара се появява първото устройство, изработващо чиста и безопасна енергия чрез нискотемпературни ядрени реакции. Настъпва краят на "Ерата на

изкопаемите горива". Планетата е разтърсена от свързани с това икономически и геополитически катаклизми.

2003 г. - На автомобилната промишленост се дават пет години, за да замени всички двигатели, използващи гориво, с новите енергийни устройства.

2004 г. - Първото признато от обществото клониране на човек.

2005 г. - Изстреляният от НАСА две години по-рано робот "Марк сървейър" връща на Земята първите проби от Червената планета. Далай-лама се завръща в Тибет.

2006 г. - В Индия се закрива последната в света въгледобивна мина.

2007 г. - НАСА изстрелва космически телескоп от следващото (след "Хъбъл") поколение.

2009 г. - В резултат на случаен взрив на атомна бомба в Северна Корея напълно е разрушен град. След кратки дебати в ООН цялото ядрено оръжие на планетата започва да се унищожава.

2010 г. - Разработени са първите квантови генератори, които улавят космическа енергия. В своите домашни и портативни варианти те са с мощност няколко киловата и повече и могат да произвеждат неограничено количество енергия. Централните електростанции се закриват. Приключва векът на LEP. Националните енергетични мрежи се демонтират.

Електронният мониторинг на практика изтласква от обществото професионалната престъпност.

2011 г. - Заснето е най-голямото в света животно: 75-метров октопод в Марианската падина.

2012 г. - Започва експлоатацията на аерокосмически самолети. Историята на космическите пътешествия повтаря историята на авиацията, но с по-бавни темпове, защото се налага решаването на огромни технически проблеми. От полета на Юрий Гагарин до пътническите космически полети е изминало два пъти повече време, отколкото от полета на братя Райт до първите пътнически рейсове на самолета ДС-3.

2013 г. - Принцът на Бруней става първият член на кралско семейство, политащ в космоса.

2014 г. - Започва строителството на хотел "Орбитален Хилтън". За целта на "совалките" се монтират огромни резервоари за гориво, които по-рано оставяха да паднат на Земята.

2015 г. - Осъществен е пълен контрол над материята на атомно равнище. Старата мечта на алхимиците е реализирана в промишлени мащаби и с неочаквани резултати. За няколко години оловото и медта започват да струват два пъти по-скъпо от златото, защото се оказват по-полезни и по-необходими.

2016 г. - Всички съществуващи валути са отменени. Обменна единица става мегават-часът.

2017 г. - На 16 декември, на стотния си рожден ден, сър Артър Кларк става един от първите гости на хотел "Орбитален Хилтън".

В Китай се провеждат първите свободни общонационални народни избори за парламент.

2019 г. - Огромен метеор пада върху ледената шапка на Северния полюс. Жертви няма, но породеният в резултат на удара цунами създава значителни проблеми по бреговете на Гренландия и на Канада.

2020 г. - Изкуственият интелект (ИИ) достига равнището на човешкото мислене. Космически сонди с ИИ на борда се изстрелват към звездите.

2021 г. - На Марс стъпват първите хора. Там ги очакват и неприятни изненади.

2023 г. - Клониране на динозаври по моделирани на компютри ДНК. "Дисней" открива във Флорида "Зоологическа градина на Третичния период". Въпреки редицата нещастни случаи, малките хищници постепенно заменят домашните кучета.

2024 г. – Засечени са инфрачервени сигнали, постъпващи от галактиките на Млечния път. Очевидно те са продукт на технологично високоразвити цивилизации, но всички опити за тяхното разшифроване са безуспешни.

2026 г. - Сингапур става първата страна в света, където истината в рекламите се налага чрез принуда.

2036 г. - Китай надминава САЩ по брутен национален продукт и става най- мощната икономическа сила в света.

2040 г. - Усъвършенстван е "Универсалният репликатор", основан на нанотехнологиите: може да бъде създаден обект със всякаква сложност, при наличие на суровини и информационна матрица. Брилянти и деликатесни храни могат да бъдат създавани буквално от боклуци. В резултат на това, поради тяхната непотребност, изчезват промишлеността и селското стопанство, а заедно с тях и неотдавнашно изобретение на човешката цивилизация - работата! Взривно се развиват изкуствата, развлеченията, образованието. Огромни територии от планетата, които вече не са необходими за производство на продоволствия, се връщат в първоначалното си състояние. Някои младежи могат да дадат воля на агресивните си инстинкти, като участват в голям лов с лъкове и стрели.

2045 г. - Напълно е усъвършенстван автономният, регенерируем и подвижен дом. Необходимият за синтезиране на храни въглерод се извлича от атмосферния въглероден двуокис.

2050 г. - Милиони хора, на които им е втръснал прекалено спокойният живот, решават, в търсене на приключения, да използват постиженията на криогенните технологии и да "емигрират" в бъдещето.

2051 г. - На Луната започва строителството на самоосигуряващи се роботизирани колонии, където възрастни хора могат да живеят по-дълго, благодарение на по-слабата лунна гравитация.

2057 г. - 4 октомври - стогодишнината от първия спътник на Земята. Празникът е отбелязан не само на Земята, но и на Луната, Марс, Европа, Ганимед, Титан, а също и на орбитите на Венера, Нептун и Плутон.

2061 г. - Завръщането на Халеевата комета; първото кацане на хора върху ядрото на кометата. Сензационно откриване на латентни и активни форми на живот върху него доказва, че животът е разпространен навсякъде в космическото пространство.

2090 г. – Повсеместно се възобновява изгарянето на изкопаеми горива, за да се възстановят количествата въглероден двуокис, извлечени от атмосферата, и по този начин да се отсрочи следващият ледников период, като се стимулира глобално затопляне.

2095 г. - Развитието на истинска "космическата езда" - реактивни системи, основаващи се на отблъскване от структури на космическото време - изтласкват от употреба остарелите ракети и позволява достигането на скорости, близки до скоростта на светлината. Първите хора стартират към близките звездни системи, където сонди-роботи са установили наличието на многообещаващи условия.

2100 г. - Започва историята ...

Превод: Н. Ахабабян

"Знание-сила", август 2000, с.65; по материали от сн. "Asiaweek"

ЗА ЗВЕЗДИТЕ И ТРОМПЕТИТЕ

Димитър Съсьлов

ВРЪЗКАТА МЕЖДУ НЕЛИНЕЙНИТЕ УРАВНЕНИЯ И ЕСТЕТИЧЕСКАТА НАСЛАДА

Някои звезди твърде много напомнят на музикални инструменти с начина, по който поддържат правилни трептения. Разширението в края на тромпета отразява акустичната енергия и формира с устните на тромпетиста стоящи вълни, произвеждайки музикален тон. Аналогично градиентът на плътността в близост до повърхността на звезда от класа на Цефеидите поддържа радиалните колебания. И при медните духови инструменти и при звездите нелинейността е тази, която в крайна сметка ни носи насладата от деликатната красота на виртуозната музика и удовлетворението от необикновеното проникновение.

Не може да не ни учудва как привидно несвързани едно с друго открития се правят почти по едно и също време. Макар съдбата им първоначално да е различна, идва ден - понякога чак след векове, - когато пътищата им се пресичат, за да ни доведат до ново, по-дълбоко разбиране на нещата. Един пример за такова сближение на две съвсем различни линии на човешкото познание - музиката и астрофизиката - ни връща към XVIII в.

70-те и 80-те години на XVIII в. са време на завидна активност в областта на теоретичната физика и астрономията. Тогава са обсъдени за пръв път - от Даниел Бернули и частично от Ойлер и Лагранж - уравненията за акустични вълни във въздушен стълб с променливо напречно сечение (т.нар. "рог"). Също по това време, през 1781 г., Хершел открива Уран - първата планета извън известната още от древността шесторка, включваща и Земята. Само три години по-късно един млад англичанин от Йорк, Джон Гудрайк, открива, че една от привличащите вниманието звезди в съзвездието Цефей (δ Cephei) променя яркостта си по съвсем закономерен начин с период от около 5 денонощия. Намерени са и други подобни "нестабилни светлинни точки", както ги нарича самият Гудрайк, с което всъщност е открит цял клас от звезди, наречен след това Цефеиди от прототипа δ Cephei. И двете открития - уравнението на рога и Цефеидите - получават шумното признание на съвременниците (Гудрайк става дори и най-младият член на Кралското дружество). Те обаче не оказват влияние върху музикалното изкуство или съответно астрономията и скоро са пренебрегнати и забравени.

Като се оставят настрана един-два незначителни повода през XIX в., тези открития се връщат във фокуса на вниманието по един ефектен начин - и отново практически едновременно - чак през второто десетилетие на XX в. Уравнението на рога е съживено от А. Уебстър през 1919 г. в Масачузетс и интересът на индустрията (радио, звукозапис, звукова локация и пр.) се запазва и до днес. Същевременно, макар и в свършено друга област, Хенриета Ливит от обсерваторията на Харвардския колеж (около 1912 г.) открива важното качество на Цефеидите като стандартни източници на светлина при измерване на големи разстояния във все още малката от онези години Вселена. Последващият интерес към този клас звезди (започвайки с работата на

Едингтън в Англия от 1918 г.) стимулира развитието на теорията на звездните пулсации.

Продължаващите изследвания на акустиката на рога и на звездните пулсации през последните години доведоха до разбирането, че зад основните явления в тези две области стоят твърде сходни общи физически принципи.

Физика на медните духови инструменти. Какъв е механизмът, по който меден духов инструмент поддържа стабилни тонове? Различни рогове били успешно правени и се свирело на тях с векове, без физиците да са наясно как. Медните духови инструменти се състоят от наустник, тръба на наустника, главна цев и разширяваща се камбана. Цевта обикновено е цилиндрична (напр. при тромбона, тропета, валдохорната), но би могла да бъде и слаборазширяващ се конус (напр. при тубата).

Медните духови инструменти заемат особено място сред музикалните инструменти, защото подобно на гласните струни в пеенето устните (дори цялата устна кухина) на музиканта са неделима част от музикалния инструмент. Следвайки обяснението на Херман Хелмхолц¹, един от великите физици със съществен принос в теорията на музиката, "... формата и напрегнатостта на устните на музиканта само решават кой от многото собствени гласове на тубата ще се чуе". И по-нататък в една дълбока и удивителна аналогия с механиката: "Ролята на въздуха в тубата по отношение на устните (освен като резониращо тяло, което усилва и променя тона) е да регулира като махало поддържането (а не пораждането) на периодични колебания на устните. "Макар устните на тропетиста да пораздат изцяло звука на тропета, сами по себе си те издават един слаб, неясен и немусикален шум. Според едно лаконично съвременно обяснение на артър Бинейд "тропетът издава музикален тон, когато вибрациите на устните на тропетиста взаимодействат със стоящите вълни в инструмента; тези вълни се образуват, когато акустичната енергия се връща от камбаната на инструмента".

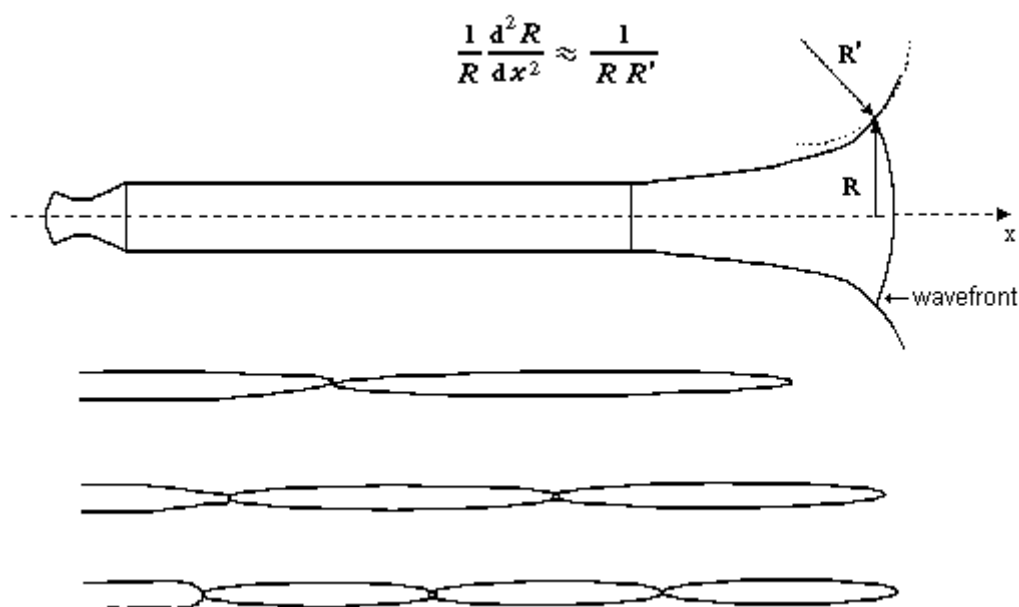
Какъв е механизмът за това? Вълната, разпространяваща се в разширението на тропета, се описва с едномерно вълново уравнение, датиращо от времето на изследванията на Бернули² върху тръбите и получило известност във формата, предложена от Уебстър³ като *уравнение на рога*. В началото на 70-те години на нашия век Бинейд и Янсон предлагат субституция, свързваща налягането и площта на вълновия фронт посредством вълновата функция ψ , която удовлетворява стационарното уравнение на рога.

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \left[\left(\frac{w}{c} \right)^2 - \frac{1}{R} \frac{d^2R}{dx^2} \right] \psi = 0,$$

където w е акустичната честота, c - скоростта на звука, R - локалният радиус на рога (фиг. 1). Уравнението показва, че акустичната вълна се разпространява или не в зависимост от това, дали

$$\left(\frac{w}{c} \right)^2 > \frac{1}{R} \frac{d^2R}{dx^2}.$$

Честотата ω , при която е в сила равенството, се нарича критична честота за съответната част на рога. При честоти под ω дължината на акустичната вълна става имагинерно число, вълните променят характера си и се отразяват обратно към рога. Тази акустична бариера се определя от големината на израза в дясната страна, често пъти наричан функция на рога, която описва свойствата на камбаната (фиг. 1). С придвижването на вълната към разширението на цевта на тропетата налягането бавно спада, тъй като енергията се разпределя върху все по-широк вълнов фронт. Площта на вълновия фронт започва да нараства особено бързо, когато вълната достигне камбаната. При това налягането рязко пада и вълната се отразява назад. Взаимодействайки със следващите вълни и с вибриращите устни в другия край на цевта, отразената вълна образува стабилни стоящи вълни с характерна форма. В тропетата едновременно съществуват стоящи вълни, съставени от (обикновено хармонични) вълни с различна дължина; в първо приближение (т.нар. линейна теория) тези съставлящи не си влияят взаимно.



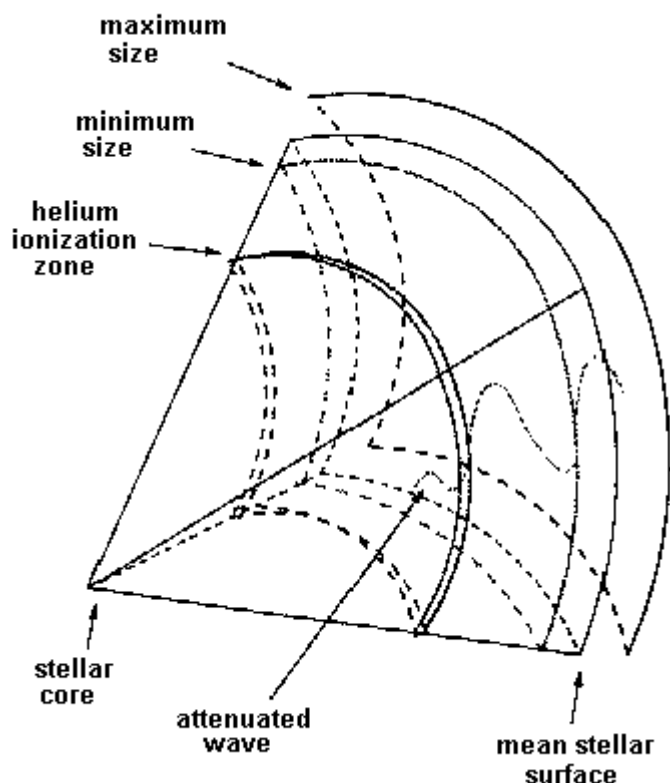
Фиг. 1. Формата на въздушния стълб в инструмент, подобен на тропетата, със стояща вълна с три слаби хармонични. Забележете отместването в положението на акустичната бариера на тръбата – скъсяването на вълната и по-нататъшното ѝ отразяване назад. Функцията на тръбата се дава приблизително от вътрешния напречен радиус R на тръбата и външния надлъжен радиус на кривината R' .

Това е начинът, по който тропетът улавя акустичните вълни и произвежда продължителни тонове. Акустичната бариера на камбаната не успява да задържи всички вълни, особено високочестотните, но е достатъчна за стабилни стоящи вълни в целия достъпен за ухото спектър. За сравнение един коничен рог (напр. функцията на

високоговорител) има нулева функция на рога, следователно няма критична честота и може само да излъчва звук.

Физика на Цефеидите. В линейната теория на звездните пулсации се стига (доста неочаквано) до практически същия резултат. Радиалните пулсации с малка амплитуда на газово кълбо в собственото му поле на тежестта се описват от линейното адиабатично вълново уравнение, което се свежда до едномерно уравнение поради сферичната симетрия на звездата. През 1966 г. Мелцер и Торн⁴ приложиха към това уравнение смяна на променливите, която е идентична с приложената към уравнението на рога. В резултат двете уравнения придобиват идентично записване с единствената разлика, че на мястото на функцията на рога се получава дълъг израз, който зависи от градиентите на плътността и на налягането и от уравнението за състоянието на газа. Ето защо в линейното уравнение на звездни пулсации критичната честота зависи от големината на тези градиенти по същия начин, по който критичната честота в уравнението на рога зависи от формата на рога.

Аналогията, до която се достига, е забележителна: по същия начин, по който медната тръба на един тромпет провежда и оформя звуковите вълни на въздуха вътре в него, градиентът на плътността на една звезда провежда и оформя звуковите вълни на газа, които се зараждат на дъното на звездната обвивка. Резкият спад на плътността на газа на повърхността на звездата играе същата роля като рязко разширяващата се камбана на тромпета. Вълните, идващи от вътрешността на звездата, се отразяват от повърхността и пораждат стоящи вълни. Цефеидите са звезди, при които са налице условията да бъдат уловени и превърнати в стоящи вълни тъкмо (главно) колебанията, възбудени дълбоко в недрата им в зоната на йонизация на хелия (фиг. 2). Съвсем като тромпетите и Цефеидите притежават “фина настройка” и чрез същия физически механизъм поддържат учудващо постоянни пулсации. За звездите, стотици пъти по-големи от Слънцето, тези пулсации са тъй подходящи за часовник, както е периодът на въртене на Земята!



Фиг. 2. Схематичен вид на Цефеида. Изменението на радиуса на звездата е около 10 % от нейния размер. Концентричните сферични вълни, възбудени от хелиевата зона на йонизация, се разпространяват навън, отразяват се назад от повърхността и формират стояща вълна в околността. Вълните, разпространяващи се навътре, са силно затихващи под зоната на йонизация и не навлизат много дълбоко.

Ролята на устните на тропетиста тук се изпълнява от зоната на йонизация на някои от разпространените елементи (напр. H, He, C), действаща като клапан за енергетичен поток от звездните недра. Клапанният механизъм е необходим, но не и достатъчен да накара звездата да пулсира. Тя трябва също и да “откликва”, т.е. да е настроена на честотата на колебанията, възбудени от йонизирания слой в обвивката ѝ. Поради това съвсем малко са звездите, които пулсират по закономерен начин и с достатъчна амплитуда. С изключение на Цефеидите и на още няколко класа от променливи звезди, повечето звезди са ужасно “разстроени” и както нашето Слънце изпитват нерадиални колебания с практически ненаблюдаема амплитуда. (Такива осцилации впрочем са аналогични на вибрациите в едно друго семейство от музикални инструменти - дървените духови инструменти кларнет, обой и т.н.)

Нелинейност. Дотук дискусията е изцяло в областта на линейните системи, т.е. системи, в които приложените налягания и сили са пропорционални на резултантните потоци и отклонения. Линейната теория е проста и дава добра основна представа, но в реалния свят в най-добрия случай е само приблизителна. Чисто хармонични системи не съществуват. Генерацията на хармонични системи, която лежи в основата на цялата

красота на музиката, е съществено нелинейна по природа. Реалните звезди също са нелинейни системи.

Накратко линейната физика описва отделни трептения - тонове ("моди"), и техните характеристични честоти, докато нелинейната физика изучава взаимодействието на тези моди. В музикалните резонатори (като въздушния стълб в тропетата) отношенията на честотите на нормалните тонове са много близки до цели числа, затова възбуждането им води до неповтаряща се форма на вълната. Продължителните тонове на тропетата обаче имат точно повтаряща се форма на вълната – нелинейното взаимодействие между отделните естествени тонове ги заключва в точни честотни и фазови съотношения. Опитният музикант чрез разнообразни изпълнителски техники използва тези нелинейни взаимодействия, за да управлява качеството на тоновете.

Наличието на нелинейни ефекти у пулсиращите звезди се появява най-често като асиметрии в техните криви на блясъка и радиалните скорости. Пример за това е появата на вторичен максимум ("гърбица") като функция на пулсационния период в кривите на Цефеиди, описани от Херцшпрунг през 1926 г. Други нелинейни ефекти допринасят за относителната еднообразност в пулсационните амплитуди на Цефеидите. Десетилетията на непрекъснато усъвършенстващи се наблюдения на Цефеидите, в които българските астрономи имат значителен принос, вдъхновиха и спомогнаха за създаването на нелинейната теория на звездните пулсации. През последните години тези изследвания бяха разширени, за да обхванат и силно нелинейната повърхност (или атмосфера) на Цефеидите и граничните условия, които водят до решение на линейната теория във вид на стоящи вълни. Отклонение от равновесието в атмосферата на Цефеида би трябвало да доведе до излъчване на рентгенови лъчи. Това предсказание на автора ще бъде проверено от новия орбитален рентгенов телескоп ROSAT⁵.

Наблюдаваната от Херцшпрунг "гърбица", която дълги години е оставала необяснена, днес се интерпретира⁶ като резонанс на отделни тонове. По своята природа този нелинеен ефект е поразителен аналог на резонансите на вокалния тракт, които могат да се изсвирят на медните духови инструменти. Най-забележителна е изпълнителската техника на изпяване на нотата при валдхорната, когато музикантът държи басов тон в *pianissimo* и едновременно изпява във валдхорната втори тон, като по този начин създава трети и четвърти резонанс. Ефектът е почти магичен като например в Концертино за валдхорна и оркестър в ми минор от Вебер⁷. Друга техника за преразпределяне на енергията между хармониките се използва понякога от виртуозни джаз-тропетисти чрез прекалено силно духане, "пренадуване" - напр. от Майлс Дейвис в записа от 1969 г. *Bitches Brew*⁸.

Нека се върнем към линейната теория и към управлението на рога във вида, приведен по-горе. По същество това уравнение е същото като уравнението на Шрьодингер за линеен квантовомеханичен осцилатор в потенциална яма. Уравнението на линейната адиабатична вълнова теория на звездните пулсации също има тази форма. И трите уравнения определят вълнова бариера от някакъв вид чрез условията за отражение и за установяване на стоящи вълни.

На пръв поглед сходството между три съвършено различни физически системи е изненадващо. Един поглед върху уравненията и начина на извеждането им обаче открива някои, макар и несъществени, общи черти: привеждането им до едномерни уравнения и общата геометрия (допускаща подобни субституции), водещи до

еднотипни линейни вълнови моди. Физиката остава по същество главно в параметрите на уравненията - съответно функцията на рога, градиента на плътността и квантовата потенциална енергия. Простата пропорционалност на тези три величини установява известна инвариантност на вълновите моди от звездни до субатомни мащаби. Този резултат все пак е почти тривиален и видимата аналогия е повърхностна (отразявайки по-скоро историческото развитие на методите и инструментариума на физиката). Дълбоката аналогия изглежда е в друго: в удивителната (макар и несъвършена) прецизност, с която различните нелинейни явления удовлетворяват същата проста “линейна” симетрия.

Това може да промени гледната точка върху разглежданите тук системи. При звездните пулсации линейната динамична стабилност изглежда, че отстъпва централното си място на общата нестабилност. С други думи всички звезди изпитват в някаква степен едромасштабни движения в обвивката си, но само понякога те се проявяват като осцилации в смисъла и духа на линейната теория. Подобно на тях в музиката простотата и яснотата на линейната симетрия се достига чрез умела употреба на сложни нелинейни ефекти. В заключителните думи на Хелмхолц¹ “... защото, като долавяме във всичко следите от порядък и взаимосвързаност, без да сме в състояние да схванем закона и цялостния план, в съзнанието ни се ражда чувството, че съзерцаваме творба, чийто замисъл далеч надхвърля всичко онова, което сме способни да си представим в момента, и с това добива чертите на безграничното.”

Превод: Димитър Бакалов

* Д-р Димитър Съсьлов завършва астрономия в СУ ”Св. Климент Охридски” (1986 г.). Защищава докторска дисертация в Университета в Торонто (1991 г.). Работи в Харвардския Смитсонов център по астрофизика (САЩ).

¹ H.Helmholtz. *Die Lehre von den Tonempfindungen*, IV, 1977. Превод А. J. Ellis. *On the Sensation of Tone*, Dover, NY, 1954, 97-100. Тази книга е забележителен труд, който успява да обедини теорията и практиката на физиологията, анатомията и физиката и да свърже здраво до наши дни тези науки с изящните изкуства. Професионалният превод е допълнен с множество технически бележки.

² In: *Mem. d. l'Acad. d. Sci.*, 1762; J. W. Rayleigh. *The Theory of Sound*. Vol. 2. 1878, Dover, p. 114.

³ A. G. Webster. *Nat. Acad. Sci. Proc.*, 5, 1919, p. 275; *ibid* 6, 1920, p. 320.

⁴ D. W. Meltzer, K. S. Thorne. *Astrophys. J.*, 145, p.514; L. Axel, F. Perkins; *ibid* 163, 1971, p. 29.

⁵ ROSAT = Röntgensatellit - изкуствен спътник на Земята с рентгенов телескоп на борда, проект на САЩ, Германия и Великобритания.

⁶ P. Moskalik, J. R. Bucheier, A. Marom. *Astrophys. J.* 385, 1992, p. 685.

⁷ Забележителен запис на концерта на Херман Бауман с лайпцигския Гевандхаус оркестър (*Polacca*) (Philips 412-237-2). Авторът е задължен на Дж. М. Шефърд, бивш изпълнител на класическият тромпет в Симфоничния оркестър на Торонто, за посочената прекрасна изпълнителска техника.

⁸ Miles Davis. *Bitches Brew* (Columbia Records, JT 40579); гореща благодарност на С. А. Уитни за посочното изпълнение.

⁹ H. Helmholtz. *On the Sensation of Tones*, Dover, NY, 1954, p. 367.

ТРАНЗИСТОРЪТ - НА 50 ГОДИНИ. И СЛЕД ТОВА ...

Александър Алешин

Вчера: незабелязаното велико откритие.

На 30 юни 1948 г. Ралф Боун, заместник-директорът по наука на лабораториите "Бел - телефон", съобщава пред журналисти: "Нарекохме го транзистор - той даже се запъва при произнасяне на новата дума, - защото това е съпротивление (resistor - на английски) от полупроводник, което усилва електрическия сигнал". В сравнение с грамадните електровакуумни лампи от онези времена транзисторът изпълнява същите функции със значително по-малко изразходвана енергия и освен това - със значително по-малки размери.

Но пресата практически не обръща никакво внимание на това малко цилиндърче със стърчащи проводници. Никой от репортерите, поканени на прес-конференцията, не е могъл да си представи размаха на бъдещото разпространение на това изобретение на века.

Издателят на такъв гигант като "New-York Times" му отделя място на 46-та страница на своето издание в раздела "Новини за радиото". След известието, че вместо ежеседмичният "Радиотеатър" ще се излъчи предаване от сериала "Нашата мис Брукс", се съобщава, че "вчера в лабораториите Бел е бил демонстриран нов уред, наречен транзистор, предназначен да замени вакуумните лампи. Този малък метален цилиндър, с размер от половин дюйм, няма решетка, електроди или стъклен балон. За него не е необходимо и време за нагряване".

В онова утро е имало много други новини, за да бъде отбелязано и раждането на транзистора. В началото на седмицата съветските войски отказват да пропуснат транспорт с продукти в Западен Берлин. САЩ и Великобритания отвърщат с керван от самолети за блокирания град, доставяйки хиляди тонове продукти и гориво, необходими за нормалния живот на повече от два милиона берлинчани. Започнала е студената война ...

Всъщност и за самите изобретатели на транзистора от самото начало той представлява само компактен и икономичен заместител на вакуумната лампа. В следвоенните години електронните цифрови компютри заемат огромни стаи и изискват обслужването на няколко десетки специалисти за редовното подменяне на изгорелите лампи. Само въоръжените сили и правителствени институции могат да си позволят разходите за подобни гиганти.

Днес обаче можем да кажем, че без това удивително изобретение никога не би могла да настъпи Информационната Епоха. Миниатюрното цилиндърче, което беше изобретено преди половин век от Бардийн, Братейн и Шокли, напълно измени обкръжаващия ни свят. Заслужава да се разкаже как стана това.

Пред началството откритието на транзисторния ефект е било демонстрирано половин година преди това - на 23 декември 1947 г. Честно казано съобщението е било много кратко. Уолтър Братейн произнася няколко уводни думи и включва оборудването. На

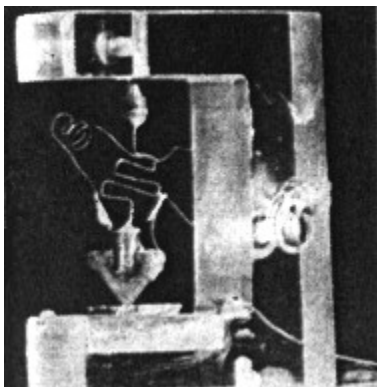
екрана на осцилографа ясно се вижда как подаваният сигнал рязко се увеличава на изхода на транзистора. След това Братейн прочита няколко реда от лабораторния дневник, с което демонстрацията приключва. От ръководството на компанията "Бел" присъстват двама души: заместник-директорът по наука Ралф Боун и експертът на лабораторията Харви Флетчър. Никой не може да каже какво са мислили те, но по думите на очевидци, физиономиите им били достатъчно кисели. Вероятно, както всички нормални началници, Боун и Флетчър са очаквали приказки за икономически ефекти и внедрявания. Но нищо такова не е било казано, въпреки че откритието, може би, е второто по значимост, откакто преди 70 години Александър Бел повиква асистента си по първия в света телефон: "Господин Уотсън, Вие сте ми необходим".



Авторите на епохалното изобретение: Шокли (седнал), Бардийн (отляво) и Братейн (вдясно)

Уилям Шокли започва да мечтае за полупроводников усилвател десетилетия преди това, но не успява да постигне нищо съществено, докато в лабораторията "Бел" не постъпва блестящият теоретик Джон Бардийн. Отначало Бардийн дели една стая с не по-малко блестящия експериментатор Уолтър Братейн, занимаващ се с полупроводници още от 1930 г. Бидейки пълни противоположности един на друг по склонности и темперамент, те се сдружават на основата на професионалните интереси и редовните партии голф. Именно тяхната съвместна работа в отдела на Шокли довежда до откриването на транзистора.

Първите месеци след това Шокли е буквално разкъсван от противоречиви емоции. От една страна, непосредствено до него е направено забележително откритие, наречено "най-добрият коледен подарък на лабораторията Бел". От друга – той практически няма принос в него, въпреки че воюва на този фронт повече от десет години.



Така изглежда първият твърдотелен усилвател

Но това противоречие помогнало много на транзистора. Веднага след откритието Шокли изписва страница след страница от работните си тетрадки, като свързва новото изобретение (същността и значимостта на което той разбира по-добре от всички) със старите си разработки. Бардийн и Братейн бързо загубват интерес към чисто технологичните упражнения на своя шеф, и към края на 40-те години се забелязва определено охлаждане на отношенията между тях. През 1951 г. Бардийн заема професорска длъжност в университета на щата Илинойс, а Братейн се отклонява от флагманския курс на лабораторията и се заема със самостоятелни изследвания. Пътищата на тримата первооткриватели се пресичат едва през 1956 г. в Стокхолм при връчването на Нобеловата им награда по физика.

Едва в средата на петдесетте години физиците и инженерите започват да осъзнават ролята и значението на транзистора, докато широките народни маси са в пълно неведение. Както преди милиони радио- и телевизионни приемници представляват огромни тежки сандъци, пълни с електровакуумни лампи. След включването им трябва да се чака минута, а и повече, докато лампите загреят и апаратът започне да работи. През 1954 г. под транзистор все още се подразбира някакво изтънчено лабораторно устройство с доста специфични приложения, като например за слухови апарати или за военни връзки. Но през същата година всичко се променя: някаква неголяма фирма в Далас започва да пуска транзистори за портативни радиоприемници, които се продават по 50 долара. Едновременно на пазара на транзисторите се появява малка и никому неизвестна японска фирма с приятното наименование Sony, в която по-добре от американците са оценили перспективността на транзисторите.

В края на петдесетте години всеки уважаващ себе си американски юноша вече притежава транзисторен приемник. Но първите транзисторни телевизори конструира Sony и монополът на САЩ започва да се топи, без да успее да се развие.

Наистина Шокли не губи време и през 1955 г. основава в северна Калифорния полупроводникова компания, полагаща началото на днес световноизвестната "Силициева долина". Може да се каже, че Бардийн, Братейн и Шокли предизвикват първата искра, от която се разгаря великата информационна клада, на която всички ние днес се греем.

След половин век, както се и полага на всяко велико изобретение, историята на неговото създаване обраства с легенди. Неотдавна тя получи неочаквано развитие.

Неголямата фирма АСС в щата Ню-Джързи заяви, че се намира на прага на създаване на информационна памет, каквато на планетата не е имало и няма. Капацитетът ѝ е 90 гигабайта и той хилядократно превишава скоростта на пресмятане и на най-бързия твърд диск на IBM. Отгоре на всичко той не е по-голям от едра монета или жетон от казино.

Президентът на АСС Джек Шулман нарича технологията, по която е създадена, "transcapacitor". По неговите думи има основание да се твърди, че информацията за неговото създаване е извлечена от остатъци на НЛЮ, претърпял катастрофа през 1947 г. в района на град Росуел, Ню-Мексико. Материалите били предадени на Шулман от негов познат, бивш военен.

"Отначало се отнесох крайно недоверчиво към думите му и помолих да ми представи доказателства - разказва Шулман. - Тогава той довлече четири колички с документи от секретна научна лаборатория на Министерството на отбраната. Наши експерти потвърдиха, че документите са от средата на 40-те години. Почти от чисто любопитство по чертежите ние възпроизведохме устройство, напомнящо полупроводников уред. То заработи! Необходими са ни 18 -20 месеца, за да доведем образаца до промишлена серия". Но всички молби образацът да бъде показан на експертите на големите компании, Шулман отхвърля с мотива, че устройството все още не е патентовано.

И така - пак "зелени човечета"? В компютърната мрежа на "Интернет" има специална страница (www.acsrc.com/roswell.html), посветена на новата технология. Информация за работата на Шулман проникна в сериозното американско издание "PC World Online" и в руското "Computer World". Не стига това, а редакторът на това списание публикува обширен коментар за друго неочаквано събитие - появата на транзистора.

Та нали той беше изобретен точно когато се появява същото онова "нещо" в американския Росуел! Изказва се хипотезата, че може да ни е бил "подхвърлен" от безкористните извънземни. Аргументите на привържениците на подобни размишления се опират на това, че транзисторът е бил представен на обществеността практически едновременно с първото съобщение в печата за изследвания в абсолютно ново направление в науката. Възникват слухове, че на мястото на "гибелта на извънземните" американските военни са намерили фрагменти от силиций със съвсем същите свойства, каквито притежава и първият транзистор. Освен това в СССР, независимо от високото равнище на развитие на науката, нищо подобно не е било направено ...

Единственото, което силно смущава, е, че статията за новата информационна памет и разсъжденията на редактора за транзистора са напечатани в броя от 31 март 1998 г. Макар и не на 1 април, все пак - много, много близко ...

Днес: проблеми и търсения.

Пиша тази статия на компютър, съдържащ десет милиона транзистора - не малко количество "крепостни" за притежателя им. И те струват по-малко, отколкото твърдят диск и дисплеят. Даже десет милиона кламера струват повече. Транзисторите се продават на безценица, защото вече четиридесет години инженерите усилено се трудят

и успяват да разположат все по-голямо количество транзистори на една силициева пластинка. Ежегодно броят на транзисторите върху една платка се удвоява. Колко ли ще продължава този процес?

Вече не веднъж скептиците предсказваха близкия край на миниатюризацията и всеки път фактите опровергаваха техните мрачни прогнози. За да не се прочуя нито като скептик, нито като фантазьор, искам да бъда максимално обективен за бъдещото развитие на твърдотелната електроника и с какво може да ѝ помогне науката.

Някои физически ограничения ще възникнат неизбежно при това постоянно намаляване на размера на транзистора. Задачата за съединяването на такива микроеlementи може да стане неизпълнима. Намаляването на размера на електричната верига води до увеличаване на електричните полета, влияещи на движението на електроните в проводника. Освен това непрекъснато расте топлоотделянето. И накрая, размерите на елементите стават сравними с дължината на вълната на излъчването, с помощта на което те се правят - още една непреодолима граница.

За да почувстваме взаимодействието на тези ограничения, нека да разгледаме как работи един полеви транзистор. По същество това е реле с две състояния - нула и единица. В големите системи входните сигнали управляват транзистори, които предават обработения сигнал на изхода. Сигналите се предават по проводници и затова именно проводниците са тези, които определят работата на компютъра.

Полевият транзистор се състои от канал и три електрода: катодът изпуска електроните, анодът ги приема, а решетката управлява проводимостта на канала. Ако електроните от катода достигат до анода, то транзисторът е отпушен и се намира в положение "включен". Това е възможно, ако на решетката (на английски gate - врата) е подаден положителен потенциал. Именно на решетката се подава входният сигнал, който може да запуши или да отпуши транзистора.

Но всичко това работи само ако проводниците са добре изолирани един от друг. По-рано за безопасно се приемаше разстояние от десет нанометъра – при него не се проявяват такива квантови ефекти като тунелирането на електрони. Обаче в лабораториите вече се изследва разстояние от три нанометъра - очаква се промишленото производство да се доближи до него до десет години.

Неотдавна учени от лабораториите "Бел-телефон" създадоха "най-миниатюрния работещ транзистор" - с напречен размер 60 нанометъра – това е дължината на верига от само 180 атома. Този транзистор е четири пъти по-малък от по-рано създадените, работи успешно и показва рекордни стойности за усилването. Изразходваната от него енергия е сто пъти по-малко, отколкото от съвременните транзистори. И това е добра новина.

Но заедно с нея има и една лоша новина: изследователите са забелязали, че става тунелиране на електроните през подложката, отделяща канала на проводимост от управляващата решетка. Засега това не влияе на протичащия ток, но трябва да бъдат внимателно изучени последствията. По мнението на ръководителя на изследванията Стивън Хилениус, по-нататъшното намаляване на параметрите е невъзможно: "Изглежда, че ние направихме първия от последното поколение транзистори", - казва той.

Каква е причината за такъв песимизъм? – Именно във вече посочените проблеми. Преди всичко – в нарастването на локалните стойности на електричното поле, което неизбежно съпровожда миниатюризацията. При стайна температура електроните се движат със същата скорост, както и при напрежение 0,026 V. Тази стойност се нарича "топлинно напрежение". Затова управляващият сигнал трябва да бъде значително по-голям, за да бъдат преодолені случайните трептения. За транзистори на силициева основа характерната стойност на подаваното напрежение е от половин до един волт. Даже такова слабо напрежение, приложено на много малко разстояние, поражда огромно електрично поле (напрежението на полето е равно на напрежението, разделено на разстоянието) и може да доведе до пробив във въздуха, което естествено ще наруши работата на уреда. Съвременните транзистори вече работят на границата за такъв пробив.

Миниатюризацията увеличава топлоотделянето на всеки квадратен сантиметър. Причината е чисто геометрична: размерите на електродите намаляват в едно измерение, а площта на кристала на една свръхголяма интегрална схема (чип) - в две. Съвременните устройства отделят до 30 W на квадратен сантиметър, което е еквивалентно на нагриване на веществото до 1200 градуса, десет пъти повече от кухненския бързвар. Естествено подобно прегряване е недопустимо и затова се разработени различни технологии за охлаждане, които, за съжаление, силно оскъпяват чипа.

Следващата сложност е свързана с промишленото произвеждане на транзистори. Тях ги имплантират върху подложката чрез излъчване, след това различни химически реактиви довеждат работата до край. Но трудно е излъчването да бъде фокусирано върху голяма площ, температурата на подложката може слабо да се измени, което води до незначителни разлики в свойствата на отделните транзистори, а това е недопустимо. При това с намаляване на размерите всички тези усложнения нарастват.

Повишава се и цената на устройствата за прогарящо излъчване, а и държателите на подложките трябва да бъдат все по-точни. Контролът на качеството става сложна и скъпоструваща процедура.

За да бъдат създадени нови и все по-миниатюрни чипове, става съвършено необходимо конструкцията им да се пресмята с компютър. По-рано движението на електроните по проводниците се описваха с простите закони на електричеството, но днес проводниците са така миниатюрни, че електроните се движат по тях не като устойчиви потоци, а на случайни тласъци. Просто е невъзможно те да бъдат пресметнати с необходимата точност, поради което рязко се усложнява и процесът на разработване на нови чипове.

Какво да се прави? Какво ни очаква?

Размишленията за бъдещето на транзистора ни заставя да се обърнем към неговото триумфално половинвековно шествие. То не беше случайно. В сравнение с предхождащите го вакуумни лампи транзисторите бяха по-прости, по-евтини и по-ефективни. На "потомците" на транзистора ще им бъде много трудно, защото те трябва да ги превъзхождат едновременно по няколко съвършено различни параметъра.

Отдавна вече се търсят "светлинни" алтернативи на транзисторите. Светлината е подходяща, защото фотоните не взаимодействат помежду си - няма силни полета, няма

прегръване и други усложнения. Но тя има и свой минус: взаимодействието на сигналите е съществен детайл от работата на всеки електричен контур. Все едно светлината ще трябва да се превръща отново в електричество, а това е цял комплекс нови проблеми.

Така че трудно е ситуацията да се нарече оптимистична: вижда се края на епохата на полупроводниците, но не се вижда достойната им замяна. Обаче в науката често е било така - безизходните ситуации са довеждали до революционни изменения и триумфални находки. Да не забравяме, че в крайна сметка транзисторите биват "ускорявани" и "смалявани", за да могат нашите деца в училищната си раничка да носят електронно копие на всички книги в Ленинската библиотека и с помощта на джобния си калкулатор без проблем да побеждават на шах Гари Каспаров.

Утре: светлина вместо електрони.

От времето, когато бяха създадени първите транзистори, тези устройства претърпяха силно развитие. Но апетитите на компютърджите са ненаситни - те искат всичко да става все по-бързо и по-бързо, все повече операции в секунда. По мнението на съвременните проектантите електроните се движат извънредно бавно по проводниците и затова те обръщат поглед към светлината.

Бъдещото поколение компютри може да стане хибридно: силициевите чипове ще се свързват с помощта на лазерни снопове светлина. На мястото на металните проводници ще се появят лещи, призми и огледала. От тук и названието: оптика на свободното пространство. Съвременните компютри предават милиони байта в секунда. Хибридните ще позволят да се придвижим към терабайтове (милион милиона) и петабайтове (милион милиарда).

Компютрите, построени на основата на светлинни "проводници", притежават три явни преимущества. Първо, нищо не може да се движи по-бързо от светлината. Второ, светлинните фотони не взаимодействат помежду си (за разлика от електроните) и затова през един тесен канал могат да преминат произволен брой лъчи. И трето, за преминаване на светлината не е необходимо нищо друго освен въздух.

По мнение на Джулиан Динс от оптико-електронната група на Единбургския университет внедряването на хибридните компютри може да настъпи значително по-рано, отколкото изглежда. "Голяма част от технологичните проблеми са вече преодолені, - казва той. Трябва да се решат само чисто инженерни въпроси: как да се направят лазерите, лещите и огледалата достатъчно малки, надеждни и евтини, така че с тяхна помощ да се конструира работещ компютър".

Днес всички са удовлетворени от качествата на електронните чипове, които произвежда, да кажем, компанията "Интел", но проблемът е в тяхното свързване. Въпросът е как да се закрепят към миниатюрната микросхема неколкостотин метални проводника. Докато оптичните изводи могат да бъдат много хиляди, при това излизайки от всички страни на микросхемата. Само това усъвършенстване може да повиши бързодействието на съвременните изчислителни машини няколко десетки, а даже стотици пъти и да ги приближи към мечтания "терабайт" операции в секунда. Подобен ръст на възможните връзки ще позволи да се разработят нови структурни мрежи от компютри и паралелни процесори.

Както отбелязва Ендрю Крик от фотонната група на канадския университет Макгил, като че ли компютърната индустрия се събуди и забеляза съществуването на методите на оптиката на свободното пространство. На първо време светлината ще се използва за връзка между електронните чипове, но в перспектива тя може да влезе и вътре в тях, когато преместването на електроните се окаже твърде бавно за нарасналите скорости на пресмятане.

Проблемът с големия брой съединения е неотменна черта на всеки компютър. Процесори, елементи на паметта, клавиатура, терминал и други негови части постоянно обменят информация. Бързодействието на процесорите непрекъснато расте, увеличават се и потоците информация. А инженерите знаят, че при предаване на нули и единици по-бързо от някаква гранична стойност, те просто започват да се сливат едни с други. Освен това увеличаването на потоците води до това, че проводниците започват да работят като антени - излъчват електромагнитни вълни и влияят на "съседите". Налага се да бъдат добре екранирани, а това увеличава тяхната дебелина и повишава цената им. От друга страна, стремежът да се доведат до процесора все повече и повече проводници-съединители налага те да се правят все по-тънки. Но колкото проводникът е по-тънък, толкова по-голямо е неговото съпротивление и топлинните загуби.

Казано най-общо, няма никакво съмнение, че стремежът за развитие на съвременните компютри, ако продължим да се придържаме към използването на проводници, ще се натъкне на непреодолими трудности. За да се излезе от безизходицата, необходимо е да се обърнем към оптични съединения. Идеологически това е много просто: електронните импулси в компютърния чип се преобразуват в тънък светлинен поток. Ако го има - това е "1", ако ли не - "0". Този светлинен поток преминава през мрежа от миниатюрни призми и лещи и достига до предназначението си. А там специална фотоклетчица я превръща отново в електрически сигнал. Главното изискване към оптичната система е да има малки енергетични загуби, да бъде евтина, проста и компактна.

Много неща бяха изпробвани, в частност какви ли не светодиоди, но се оказа, че най-добрият кандидат е многоквантовият източник, разновидност на електрическото реле, и микроскопичният лазер, наречен "виксел". И двете устройства са построени на основата на галиевия арсенид, което позволява те да бъдат произвеждани, както компютърните чипове, на поточни линии в многослойни структури.

Многоквантовият източник беше измислен от специалисти на американската компания Бел в щата Ню-Джързи за напълно оптичния компютър. Десетгодишните изследвания обаче показаха, че тази идея засега е неизпълнима, но разработката е напълно приложима за хибридните компютри. Това е източник, който представлява "вафла" от полупроводникови слоеве, която може много бързо да става ту огледална, ту мътна (непрозрачна) под въздействието на електрични сигнали. Отразената светлина е "единица", а неотразената - "нула". Освен това във всяка "вафла" има малко прозорче-фотоклетка, където падащата светлина се преобразува в електрически сигнал.

Първоначално идеята е била да се създаде оптичен еквивалент на транзистора. Но в хибридния компютър тези клетки облепват процесора и му служат за преобразуватели на светлинните сигнали в електрични. Лабораторно вече е създаден процесор с хиляди такива клетки с размери не по-големи от 15 микрона всяка. Светлината върху тях постъпва от външен лазер, чийто сноп се разцепва на множество (32 x 32) отделни

малки снопа. Първите експерименти показват, че той може да въвежда хиляди пъти повече информация отколкото съвременният суперкомпютър "Крей". Остава само опитният образец да бъде доведен до серийно производство.

Разработва се и алтернативен вариант на подобна клетка: миниатюрни твърдотелни лазери на всеки входно-изходен канал - "виксели". До неотдавна тези лазери бяха твърде големи, едва напоследък успяха да ги вградят в многослойни полупроводникови структури, където те изглеждат като светещи прозорчета на микронебостъргач. Въпреки това, засега "викселите" са едрички в сравнение с оптичните клетки - от порядъка на 250 микрона. Но инженерите на лабораториите Бел смятат, че намаляването на размерите им десетина пъти е само въпрос на време, при това не много дълго.

В Калифорнийския университет вече са създадени и лещи с напречен размер около двеста микрона. При тях сложният технологичен проблем е закрепването им. Има опасност температурните колебания, движението на въздуха и измененията на влажността да оказват влияние както на самата леща, така и на лепилото и подложката, леко да деформират системата и по този начин да нарушават работата на компютъра. Всичко това трябва да се провери и отстрани.

В лабораториите на университета Макгил и в други институти вече са изработени прототипи на такива компютри. Техните части са прецизно напасвани една към друга и стоят по местата си под действието на мощни магнити. Разбира се, това не е вариант за масово производство.

Обаче Ендрю Кирк смята, че главното препятствие по пътя на новите хибридни компютри е от чисто психологичен характер, както впрочем при всяка нова революционна технология. Но това е един от най-перспективните пътища към суперкомпютрите на бъдещето.

Американската космическа агенция НАСА си е поставила за цел към 2010 г. да построи компютър с мощност от петафлоп - т.е. милион милиарда операции в секунда. По мнението на специалистите от НАСА, за постигането на такава цел не съществува никаква алтернатива на оптичния начин за предаване на информацията. Впрочем, един петабайт информация се съдържа в един милиард книги, или в количеството виолента, която може да се извърти за 2300 години. Та именно такъв обем информация ще се предава в този компютър за една секунда.

И като заключение - в интерес на пълната обективност - няколко думи за отношението към новите технологии. Марк Бор от изследователската група на компанията "Интел" смята, че отстраняването на усложненията с връзките може да се постигне чрез пренасянето на все повече функции върху един микрочип. Съвременните микропроцесори, например, са снабдени с "кеш-памет", където те трупат често използваната информация.

Много силен аргумент против оптичните компютри е съществуващата мощна индустрия на електронни чипове с развита световна инфраструктура и многомилиардни обороти. Кое ще победи - новото или парите, - животът ще покаже. Във всеки случай преди няколко години за новата технология споменаваха отделни ентузиасты, а на последната посветена ѝ конференция през есента на 1997 г. присъстваха много

инженери от компаниите IBM, Cray, Digital и др. Изглежда че сега трябва да се говори не “дали ще има оптическа революция”, а за това “кога ще настъпи тя”.

Превод: **Н. Ахабабян**

(Транзистору - 50. "Знание-Сила", юли 1998)

ИМА ЛИ ВСЕЛЕНАТА СЪЗДАТЕЛ?

Стивън Уайнбърг

Steven Weinberg



Помолиха ме да коментирам въпроса дали Вселената дава признаци да е била създадена.* Не зная дали е възможно да се говори по този въпрос, без ни най-малка представа за това, какво представлява създателят. Всяка вселена би могла да се обясни като произведение на някакъв създател. Дори една напълно хаотична вселена, без всякакви закони или правила, би могла да бъде създадена от някой идиот.

Въпросът, който според мен заслужава отговор, и вероятно не е невъзможно да му се отговори, е дали има признаци Вселената да е била създадена от същество, повече или по-малко подобно на тези от традиционните монотеистични религии – не непременно някоя фигура от тавана на Сикстинската капела, но поне някаква личност, някакво интелигентно същество, което е създавало Вселената и има специално отношение към живота в нея, в частност към човешкия живот. Може би ще ми отговорите, че това не е вашата представа за създател на Вселената. Вероятно вие имате предвид нещо много по-абстрактно, някакъв космически дух на реда и хармонията, както си го представяше Айнщайн. Разбира се, вие можете да мислите така, но тогава аз не разбирам защо използвате думи като “създател” или “Бог”, освен може би като форма на защитна окраска.

В миналото изглеждаше очевидно, че светът е създаден от някакво интелигентно същество. Как иначе да се обяснят огънят и дъждът, и светкавицата, и земетресенията? И най-важното, чудесните способности на живите същества издавали намесата на

създател, със специални интереси към живота. Днес ние обясняваме повечето от тези факти посредством физични сили, подчиняващи се на безлични закони. Ние все още не познаваме най-фундаменталните закони, а и не можем да предвидим всички следствия на законите, които познаваме. Човешкият разум остава все така труден за разбиране, същото се отнася и до метеорологичното време. Не можем да предскажем дали ще вали точно след един месец, но познаваме правилата, които управляват валежите, макар и да не можем винаги да пресметнем следствията. Не ми е известно нищо такова за човешкия разум, отличаващо го от проблема с времето, което да прави безнадеждно разбирането му въз основа на безпристрастни закони, действали милиарди години.

Не изглежда да има никакви изключения от този естествен порядък, нито чудеса. Имам чувството, че сега повечето теолози не обичат да слушат за чудеса, но великите монотеистични вери се основават на чудеса – горящият храст, празната гробница, един ангел, диктуващ Корана на Мохамед – и някои от тези вери учат, че чудесата продължават и до ден днешен. Доказателствата за всички тези чудеса ми изглеждат по-слаби дори от тези за съществуването на студения термоядрен синтез, в което аз определено не вярвам. И отгоре на всичко днес разбираме, че дори и човешките същества са плод на естествения подбор в продължение на милиони години на размножаване.

Според мен, ако някъде може да се съзри ръката на Създателя, то ще е във фундаменталните принципи, окончателните закони на природата, сборника от правила, определящи хода на всички естествени явления. Ние засега не познаваме окончателните закони, но доколкото сме могли да установим, те са напълно безлични и без никаква специална роля, отредена на живота. Няма жизнена сила. Както каза Ричард Файнман, когато наблюдаваш Вселената и проумяваш нейните закони, “теорията, че всичко е подредено като на сцена, за да може Господ да наблюдава лутанията на човека между доброто и злото, изглежда неуместна”.

Вярно е, че когато квантовата механика се създаваше, някои физици сметнаха, че тя възвръща ролята на човека в тази картина, защото принципите на квантовата механика ни казват как да изчисляваме вероятностите за получаване на различни резултати, които могат да бъдат установени от страничен наблюдател. Но, като се започне от работата на Хю Евърит преди 40 години, тенденцията при физиците, които работят сериозно по тези проблеми, е да преформулират квантовата механика по един напълно обективен принцип, третирайки наблюдателите по същия начин както и всичко останало. Не зная дали тази програма вече е доведена докрай, но мисля че тя скоро ще завърши с пълен успех.

Все пак трябва да призная, че дори тогава когато физиците ще са изминали целия път, който може да бъде изминат, и когато имаме окончателната теория, няма да разполагаме с напълно удовлетворителна картина на света, защото все пак ще остане въпросът “защо?”. Защо тази теория, а не някоя друга? Например, защо природата се описва от квантовата механика? Квантовата механика е онази част от съвременната физика, която вероятно ще влезе непокътната във всяка бъдеща теория, но тя не е логически неизбежна; Вселената би могла спокойно да се управлява от законите на Нютоновата механика, вместо на квантовата. Така че изглежда съществува една непреодолима мистерия, която не може да бъде разгадана от науката.

Но в религиозните теории на сътворението съществува същият проблем. Вие имате две възможности – под Господ да разбирате нещо определено, творецът или не. Ако не, то тогава за какво говорим въобще? Ако “Господ” или “сътворение” за вас е нещо конкретно, ако например вие вярвате че той е ревнив, или любящ, или интелигентен, или непостоянен, в такъв случай пак трябва да си зададете въпроса “защо?”. Вашата религия може да твърди, че Вселената се ръководи от такъв Бог, а не от някакъв друг Бог, и може да представя някакви основателни причини за тази вяра, но тя не може да обясни защо това е така.

В този смисъл, струва ми се, че физиката има по-добри шансове да ни даде макар и отчасти удовлетворително обяснение на света, отколкото религията, защото, макар физиците да не могат да обяснят защо законите на природата са такива каквито са, а не нещо съвсем различно, то те поне може би ще са в състояние да обяснят защо законите не са малко по-различни. Например никой досега не е могъл да измисли логична алтернатива на квантовата механика, която малко да се различава от сега съществуващата. Веднага щом се опитате да правите малки промени в квантовата механика, вие затъвате в теории с отрицателни вероятности или други абсурдни отклонения от логиката. Когато комбинирате квантовата механика с теорията на относителността, вие отслабвате нейната логична стабилност. Така установявате, че ако не следвате съвсем точно теорията, вие получавате безсмислени резултати, като например следствия, предхождащи своите причини или безкрайни вероятности. Религиозните теории от друга страна изглежда са безкрайно гъвкави, като нищо не ограничава създаването на божества от всякакъв мислим вид.

Все пак за мен въпросът не е приключен с констатацията, че не можем да съзрем ръката на твореца в това, което знаем за фундаменталните принципи на науката. Би могло да се предположи, че макар тези принципи да не се отнасят експлицитно до живота, те все пак са били изкусно създадени с цел неговото възникване.

Някои физици твърдят, че стойностите на някои от физичните константи са били мистериозно подбрани така, че да стане възможно възникването на живота и то по такъв начин, който може да бъде обяснен единствено с намесата на творец със специално отношение към живота. Аз обаче не съм склонен да вярвам в тези предполагаеми свидетелства за специален подбор. Например един от най-често цитираните примери е свързан с едно свойство на ядрото на въглеродния атом. Материята, след първите няколко минути от възникването на Вселената, се състои изключително от водород и хелий, без почти никакви количества от по-тежките елементи като въглерод, азот и кислород, необходими за живота. Тежките елементи, които съществуват на Земята, са се изградили стотици милиони години по-късно с първото поколение звезди и след това са се разпръснали в междוזвездния газ, от който евентуално се е образувала нашата Слънчева система.

Първата стъпка в последователността от ядрени реакции, при които възникнаха тежките елементи в ранните звезди, е обикновено образуването на въглеродното ядро от три хелиеви ядра. Съществува незначителна вероятност за възникване на въглеродно ядро в основно състояние (състоянието с най-ниска енергия) при сблъсък на три хелиеви ядра, но значителни количества въглерод в звездите биха могли да се получат единствено ако въглеродното ядро можеше да съществува в радиоактивно състояние с енергия около 7 милиона електронволта (MeV) над енергията на нормалното състояние,

съвпадаща с енергията на трите хелиеви ядра, но (по причини, които скоро ще изясня) не повече от 7,7 MeV над енергията на нормалното състояние.

Това радиоактивно състояние на въглеродното ядро би могло лесно да се образува в звездите от три хелиеви ядра. След това не би имало никакви затруднения да се получи обикновен въглерод; въглеродното ядро в своето радиоактивно състояние би излъчило спонтанно светлина и би се превърнало във въглерод в нормално нерадиоактивно състояние – състоянието, в което той се намира на Земята. И така, критичен момент при възникването на въглерода е съществуването на радиоактивно състояние, което може да бъде достигнато при сблъсък на три хелиеви ядра.

Действително експериментално е показано, че въглеродното ядро притежава точно такова радиоактивно състояние с енергия 7,65 MeV над нормалното състояние. На пръв поглед това може да изглежда като много точно съвпадение; енергията на радиоактивното състояние на въглерода е само с 0,05 MeV по-малка от границата, над която не е възможно образуването на въглерод (и следователно възникването на живот), т.е. с по-малко от един процент от 7,65 MeV. Това създава впечатлението, че стойностите на природните константи, от които зависят свойствата на всички ядра, са били подбрани много внимателно, за да направят живота възможен.

При по-внимателен анализ обаче точният подбор на природните константи тук не изглежда чак толкова критичен. Нека първо обясним причината, поради която образуването на въглерод в звездите изисква съществуването на радиоактивно състояние на въглерода, намиращо се на не повече от 7,7 MeV над енергията на нормалното състояние. Причината е, че в действителност въглеродните ядра в това състояние се образуват при двустъпален процес: първоначално две хелиеви ядра комбинират и образуват нестабилното ядро на един берилиев изотоп (берилий 8), което, понякога, преди да се разпадне, захваща трето хелиево ядро и се получава радиоактивното състояние на въглерода, което след това се превръща във въглерод в нормално състояние. Общата енергия на ядрата на берилий 8 и хелий в покой надвишава с 7,4 MeV енергията на нормалното състояние на въглеродното ядро; и ако енергията на радиоактивното състояние на въглерода превишава 7,7 MeV, то при сблъсъка на берилий 8 и хелий за неговото образуване ще е необходима кинетична енергия от над 0,3 MeV, която е малко вероятна, имайки предвид температурата на звездите.

Следователно критичният фактор за образуването на въглерода в звездите не е енергията от 7,65 MeV на радиоактивното състояние над неговото нормално състояние, а тези 0,25 MeV, с които радиоактивното състояние – едно нестабилно образование от ядра на берилий 8 и хелий - надвишава енергията на тези ядра в покой. ** Тази енергия е по-малка от критичната с 0,05 MeV, което е 0,05 MeV / 0,25 MeV или 20 % и следователно съвсем не толкова точно съвпадение.

Изводите, направени въз основа на нашите познания за въглеродния синтез, са в известна степен противоречиви. Във всеки случай *има* една константа, чиято стойност изглежда изключително точно подбрана в наша полза. Това е енергетичната плътност на празното пространство, позната под името космологична константа. Тя би могла да има всякаква стойност, но от общи съображения следва, че трябва да е много голяма и може да е или положителна или отрицателна. Ако е голяма и положителна, тя ще действа като сила на отблъскване, която расте с разстоянието и следователно би

попречила на материята в ранната Вселена да се групира – първата стъпка на процеса, довел до образуване на звезди, галактики, планети и на нас самите. Ако е голяма и отрицателна, космологичната константа ще действа като сила на привличане, нарастваща с разстоянието, при което би спряла разширяването на Вселената и би довела да нейното свиване, без достатъчно време за развитие на живота. В действителност астрономичните наблюдения показват, че космологичната константа е твърде малка, много по-малка отколкото би могло да се предположи от общи съображения.

Все още е рано да се каже дали съществува някакъв общ принцип, който може да обясни защо космологичната константа трябва да бъде толкова малка. Но дори да няма такъв принцип, последните достижения в космологията дават възможност да се обясни защо измерените стойности на космологичната константа и на други физични константи са подходящи за възникването на разумния живот. Според теориите на “хаотичното раздуване” на Андре Линде и други, разширяващият се облак от милиарди галактики, който ние наричаме големия взрив, би могъл да бъде само една частица от много по-голяма вселена, в която постоянно стават големи взривове, всеки от тях с различни стойности на фундаменталните константи.

При такава картина, когато Вселената е съставена от много части с различни стойности за т. нар. природни константи, не е трудно да се разбере защо тези константи приемат стойности, подходящи за възникването на разумен живот. Тогава би имало много големи взривове, при които константите приемат стойности, неподходящи за живота и малък брой такива, при които животът е възможен. Не е нужно да се приема съществуването на добронамерен творец, за да се обясни защо ние се намираме в една от тези части на Вселената, където животът е възможен: във всички останали части на Вселената просто няма кой да повдигне този въпрос.*** Ако някоя от тези общи теории се окаже вярна, тогава да се твърди, че природните константи са били подбрани от добронамерен творец, би било все едно да кажем, “Не е ли чудесно, че Господ ни е поставил тук на Земята, където има вода и въздух и гравитацията и температурата са толкова подходящи, а не на някое ужасно място като Меркурий или Плутон?” Къде другаде в Слънчевата система, освен на Земята, можеше да възникне човечеството?

Разсъждения от този тип се наричат “антропни”. Понякога те се заключават в това, че природните закони са такива каквито трябва, за да можем ние да съществуваме, без повече обяснения. Това за мен са само мистични безсмислици. От друга страна, ако наистина съществуват голям брой светове, в които някои константи приемат различни стойности, тогава антропното обяснение защо в нашия свят те приемат стойности благоприятни за живота, е все едно да се обясни защо ние живеем на Земята, а не на Меркурий или Плутон. Действителната стойност на космологичната константа, неотдавна измерена посредством наблюдения върху движението на отдалечени свръхнови, е в съответствие с такъв тип аргументация: тя е достатъчно малка, за да позволи образуването на галактиките. Но засега ние не познаваме достатъчно добре физиката, та да можем да кажем дали така наречените физични константи имат различни стойности в различните части на Вселената. Това не е безнадежден въпрос; ние ще сме в състояние да дадем отговора, когато научим повече за квантовата теория на гравитацията, отколкото знаем сега.

Ако се окаже, че животът е по-хубав, отколкото би могло да се очаква от общи съображения, то това би могло да се приеме като доказателство за съществуването на

добронамерен създател. За такава преценка обаче трябва да имаме предвид, че известна част от удоволствията на живота са възникнали при естествения подбор, като стимул за животните да се хранят и размножават, за да предават гените си. Макар и да е много малка вероятността естественият подбор на някоя планета да създаде такива животни, които да имат желанието и способността да творят наука и да мислят абстрактно, нека не забравяме, че нашата представа за възможностите на еволюционния процес е много повлияна от факта, че само в тези изключителни случаи съществува някой, който да размишлява върху устройството на Вселената. Астрономите наричат това избиращ ефект.

Вселената е много голяма и може би безкрайна, затова не е учудващо, че измежду огромния брой планети, които могат да поддържат само неинтелигентен живот и още по-големия брой планети, които не могат да поддържат никакъв живот, съществуват незначителен брой такива, на които живеят същества, способни да мислят, каквито сме ние. Един журналист, който е натоварен да взема интервюта от хора, спечелили от лотарията, може да си помисли, че тези хора са обект на привилегировано отношение от страна на провидението. Но той не трябва да забравя за много по-големия брой играчи на лотария, от които не взема интервюта, защото те не са спечелили нищо. И така, за да преценим дали нашият живот издава намесата на добронамерен творец, ние трябва не само да си зададем въпроса дали животът ни е по-добър отколкото би могло да се очаква въз основа на познанията ни за естествения подбор, но също така трябва да отчетем допълнителното влияние на факта, че самите ние сме тези, които разсъждават върху този проблем.

Това е един въпрос, на който всеки сам трябва да намери отговора. Това, че съм физик, не ми помага при подобни въпроси, така че се налага да разчитам само на опита си. Животът ми беше изключително щастлив, но дори при това положение съм преживял много нещастия – майка ми почина мъчително от рак, баща ми беше обезличен от болестта на Алцхаймер и много мои втори и трети братовчеди станаха жертва на Холокоста. Както виждате, намесата на доброжелателния творец е много добре замаскирана.

Преобладаващото количество злини и нещастия в света винаги са смущавали тези, които вярват в добрия и вездесъщ Бог. Понякога извиняват божеството със стремежа за осигуряване свобода на действията. Милтън предоставя този аргумент в *Изгубения рай*:

Създадох ги свободни и свободни трябва да останат

Докато себе си сами заробят: Че инак трябва да променям

Самата им природа и да отменям закона висш,

Неотменим и вечен, с който се постановява

Свободата им; те сами подготвиха падението си.

Струва ми се малко нечестно моите роднини да бъдат избивани, за да се осигури свободно волеизявяване на германците, но даже ако оставим това, как свободата на волята може да обясни рака? Дали това е свобода на действие за туморите?

Разбира се, злото по света не доказва, че светът няма творец, а само липсата на признаци за намесата на доброжелателен творец. Но в действителност усещането, че Бог не може да е добронамерен, е много старо. В пиесите на Есхил и Еврипид често се казва, че боговете са егоистични и жестоки, а изискват от хората по-добро поведение. В Стария завет Бог ни заповядва да удряме неверниците по главите и изисква да жертваме живота на децата си по негова заповед, а Богът на традиционното Християнство и на Исляма ни обрича на вечно проклятие, ако не го обожаваме достатъчно. Това добро поведение ли е? Зная, зная, не бива да съдим Господ по човешките стандарти, но ето къде е проблемът: ако все още не сме убедени в съществуването му и търсим признаци за неговата добронамереност, тогава какви други критерии да използваме?

Въпросите, които ми се наложи да обсъждам тук, вероятно са ви се сторили ужасно старомодни. “Спорът за творението”, повдигнат от английския теолог Уилям Пейли сега не интересува никого. Днес уважението към религията идва по-скоро от това, което хората възприемат като нейно морално влияние, отколкото от възможностите ѝ да обясни обкръжаващата ни природа. От друга страна аз искам да призная, освен че не вярвам в съществуването на космически творец, че истинската причина, поради която се заех да обсъждам този въпрос е, че в крайна сметка смятам и моралното влияние на религията за ужасно.

Това е твърде значителен въпрос, за да можем да го решим тук. От една страна, аз мога да посоча безкрайно много примери за вредата, нанесена от религиозния ентусиазъм - на погроми, кръстоносни походи и джихади. Само през нашия век Садат беше убит от мюсюлмански фанатик, Рабин беше убит от юдейски фанатик, а Ганди беше убита от индуски фанатик. Не може да се каже, че Хитлер беше християнски фанатик, но е трудно да си представим, че нацизмът можеше да се развие в такива форми ако не съществуваше основата, създадена в продължение на векове от християнския антисемитизъм. От друга страна, много почитатели на религията привеждат неизброими примери за доброто, сторено от религията. Например в своята неотдавнашна книга *Измислени светове* големият физик Фриймън Дайсън изтъква ролята на религиозната вяра при преодоляване на робството. Аз бих искал да коментирам този въпрос накратко, не защото смятам, че мога да докажа нещо с един единствен пример, но само за да илюстрирам мнението си относно моралното значение на религията.

Наистина вярно е, че кампанията срещу робството и търговията с роби беше решително подкрепена от искрени християни, включително от евангелисткия мирянин Уилям Уилбърфорс в Англия и унитаристкия свещеник Уилям Елъри Чанинг в Америка. Но християнството, както и другите големи религии, търпя спокойно робството в продължение на много векове и то даже намери одобрение в Новия завет. Тогава какво се е променило при Уилбърфорс и Чанинг? Не са били открити никакви нови свещени писания, нито пък Уилбърфорс или Чанинг споменават да са получили никакви свръхестествени прозрения. По-скоро 18-ти век донесе голям напредък в рационализма и хуманитаризма на обществото, което накара и други – например Адам Смит, Джереми Бентъм и Ричард Бринзли Шеридън – също да започнат борба с робството и то по причини, нямащи нищо общо с религията. Лорд Мансфийлд, авторът на решението в *Случая Съмърсет*, което сложи край на робството в Англия (но не и в нейните колонии), не беше нещо повече от обикновен вярващ и освен това в неговото решение не се споменават никакви религиозни аргументи. Въпреки че Уилбърфорс

беше инициаторът на кампанията срещу търговията с роби през 1790-те години, неговото движение беше подкрепено от много членове на Парламента като Фокс и Пит, които не бяха особено прочути със своята набожност. Доколкото ми е известно, моралният статус на религията в много по-голяма степен се е възползвал от благотното влияние на духа на времето, отколкото обратното.

Там, където религията е имала решаваща намеса, тя е била по-скоро в подкрепа на робството, отколкото против него. Аргументи от текстовете на Светото писание са били използвани в Парламента в защита на търговията с роби. Фредерик Дъглас свидетелства в своите *Разкази* как неговото положение като роб се е влошило, след като господарят му приел религията, която му дала оправдание за робството - като наказание за децата на Хам. Марк Твен описва майка си като истински добра личност, чието добро сърце съчувствало дори на Сатаната, която обаче нямала никакви съмнения относно законосъобразността на робството, защото през всичките години преди гражданската война (1861-1865), които прекарала в Мисури, не чула нито една проповед против робството, а безкрайно много проповеди, в които се казвало, че робството е воля божия. Със или без религия добрите хора могат да се държат добре, а лошите хора – лошо; но религията служи, за да могат добрите хора да вършат злини.

От едно съобщение на Американската Асоциация за Развитие на Науката научих, че целта на тази конференция е да се получи полезен диалог между науката и религията. Аз съм за диалог между науката и религията, но не и за съзидателен диалог. Едно от най-големите постижения на науката е, ако не да направи невъзможно за интелигентните хора да бъдат религиозни, то поне да им даде възможност да не бъдат религиозни. Ние не бива да отстъпваме от това завоевание.

Превод: Св. Рашев.

Steven Weinberg, "A Designer Universe?", *The New York Review*, October 21, 1999.

* Тази статия се базира на лекцията, прочетена през април 1999 г. на Конференцията по Космичен дизайн на Американската Асоциация за Развитие на Науката във Вашингтон.

** Това беше отбелязано през 1989 г. в една статия на М. Ливио, Д. Холоуел, А. Вайс и Д. У. Трърн ("Антропното значение на съществуването на едно възбудено състояние на ^{12}C ", *Nature*, Vol. 340, No. 6231, July 27, 1989). Те извършиха цитираните тук изчисления за максималната енергия от 7,7 MeV на радиоактивното състояние на въглерода, над която в звездите биха се образували незначителни количества въглерод.

*** До същия извод може да се достигне по много по-сложен начин, като се приложи квантовата механика към цялата Вселена. Посредством реинтерпретация на някои по-ранни работи на Стивън Хокинг, Сидни Колмън показва, че квантово-механичните ефекти могат да доведат до разклонение в еволюцията на Вселената (по-точно казано в това което се нарича вълнова функция на Вселената) в огромен брой различни възможности, всяка една съответстваща на различен набор стойности на фундаменталните константи. Виж Сидни Колман, "Черни дупки като червени херинги: топологични флуктуации и загубата на квантова кохерентност", *Nuclear Physics*, Vol. B307 (1988), p. 867.

СЛОВО НА г-н ИВАН КОСТОВ,

МИНИСТЪР-ПРЕДСЕДАТЕЛ НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

На 13 март 2000 г. в Големия салон на БАН се проведе среща на представители на научната и научно-техническата общност с министър-председателя на Република България. Срещата бе организирана от Съюза на учените в България, Българската академия на науките, Съвета на ректорите на висшите училища и Министерството на образованието и науката.

По-долу публикуваме встъпителното и заключителното слово на г-н Иван Костов, които ни бяха предоставени с любезното съдействие на дирекция "Информация и връзки с обществеността" на Министерския съвет.



Уважаеми господин председател, уважаеми дами и господа,

За разлика от нашите чести срещи с обществеността, където ние отиваме да дадем дължимите отговори, тук чакаме отговори и от вас. Целта на тази среща за нас - представителите на правителството - е да обсъдим с вас проблемите на научните и на научно-техническите общности, да чуем вашите предложения и да поемем определени ангажименти в актуализираната програма "България 2001".

Откъде идват проблемите?

На първо място, според мен, проблемите идват от неустановените нови рамки на дейността на двете общности. Ние все още не сме решили как ще съществуват научната и научно-техническите общности, в каква симбиоза ще бъдат с пазарната икономика. Защото драматичната промяна в начина на осъществяване на икономическите и социалните контакти в държавата причини сериозни промени в съществуващите до 1989 г. начини на координиране, на връзки и на финансиране. Например много фирми, в които държавата осъществяваше научно-технически инвестиции и инвестиции за

обновяване, вече са в частни ръце. Но новите собственици още не са поели навсякъде своите ангажименти за технологично развитие.

Друг пример е самото финансиране на науката като механизъм. При нас започнаха да навлизат нови, модерни механизми за правене на наука и на научно-приложна дейност - например, създаване на малки фирми.

Но ние все още търсим отговор на въпроса, как ще съжителстват и ще се развиват социалната пазарна икономика и научните и научно-техническите сфери.

От страна на правителството констатираме, че в тези последни 11 години още не са поставени ясно и заедно с представителите на научните общности новите функции и цели на министерствата спрямо научните и научно-техническите общности. Това роди необходимостта да запишем в програма "България 2001" *"разработване на национална стратегия за развитието на науката, съвместно с научните и научно-техническите общности"*. Тази стратегия все още е проект на правителството. Очевидно е обаче, че тези нови цели не могат да бъдат същите като старите, очевидно механизмите на организация не могат да бъдат същите. Какви ще бъдат обаче, още не сме казали.

Симетрично на тези недостатъчно ясно дефинирани цели и функции на министерствата съответстват, според нас, непоставените научни и научно-технически задачи, които да се поемат за изпълнение от представителите на научната и научно-техническите общности. За какво точно се харчат тези пари или за какво точно се поставят задачите от възложителите? Все още има много въпроси, които трябва да намерят своето решение, и вие - хората на науката - трябва да подскажете, как да стане това.

Защото аз няма да скрия - моята надежда винаги е била, че хората на науката и на техниката са в състояние да преодолеят проблемите, които имат пред себе си. Те са по дефиниция по-добре подготвени да се адаптират към променящата се среда. Ако са истински учени, би трябвало да могат да намират решенията.

За съжаление, няма партньорство между структурите, които създават и които консумират научните и научно-приложните продукти у нас. Все още няма и ясни механизми за партниране. Това създава и тази остра оскъдица на средствата за финансиране. Всъщност няма истински пазар, тъй като първите все още не финансират, а другите, от своя страна, все още не предлагат. А основната причина да няма пазар е, че не е развито предлагането от страна на учените.

Естествено е да не е развито. Преди 10 години имаше някакъв автоматизъм. Получаваше се задачата, тя се изпълняваше, а държавата финансираше. След това имаше внедряване, когато е свързано с технически или технологически продукт.

Но сега, в сегашната ситуация, от страна на учените, на технолозите, на инженерите, на конструкторите и на проектантите трябва да има активно предлагане. Те трябва да се активизират в търсене на контакти с фирми, защото очевидно една от причините за тежкото състояние и на двете сфери е преди всичко технологичната криза на българската икономика. Очевидно една технология, която не е обновявана активно през последните 15-20 години, една технология, на която последните усилия бяха през 80-те години, въвеждането на поостаряла втора ръка техника от Западна Европа по времето

на създаването на средните фирми в българската икономика - тази технология значително е изостанала във времето.

За съжаление, в момента на смяната или веднага след смяната на собствеността, тези, които би трябвало да се грижат за технологичното развитие, за производството, за обновяването на продукта, имат други проблеми. Те уреждат плащанията, опитват се да спасяват своите предприятия, не са стигнали до темата за научното и приложно развитие. Все пак недостатъчното търсене на научни продукти от тези фирми е на път да бъде изживяно. И тогава те трябва да срещнат предлагане. Трябва да видят хората, които организират науката - с техните проекти, с техните предложения, и ние трябва да направим съвместно много усилия, за да създадем тази работеща пазарна система.

Какво направихме ние - със серия от законопроекта защитихме достатъчно убедително авторските права и правата на индустриалната и интелектуалната собственост. Вече може да се каже, че с това защитихме правата на съсловието.

Какво можем да направим в бъдеще, защото много често се получава така, че тази форма на собственост, тази форма на усилия обикновено не се рентира в дългосрочен период. Разбираме ключовия характер на проблема. Една наука се развива тогава, когато е защитено правото на продукта. Само на тази база високоразвитите страни са постигнали и постигат в момента този ускоряващ се технически прогрес. Там е ясно, че тези неща струват пари, че си струва да бъдат платени и хората, които работят за тяхното създаване, живеят един добър живот и имат възможност да развиват своята дейност.

Няма възможност да се постави на друга основа развитието на научната и научно-техническата сфера. Няма как да има уважение към създаденото, ако тези права не бъдат достатъчно добре защитени.

Ние очакваме да чуем - дали тази основа я има - или трябва нов закон за насърчаване на науката.

Новите модели на финансиране.

Следващият проблем, който очевидно трябва да атакуваме и да си изясним, е по отношение на новите модели на финансиране. Тъй като старият модел на финансиране, с една единствена финансираща институция - държавата, действаща чрез свои структури, със слаба автономия и играеща ролята на абсолютен продуцент и консуматор на направеното, - вече не може да съществува. Вие го разбирате отлично.

Кои са източниците днес?

На първо място това продължава да бъде държавният разход за наука. Този държавен разход, като разходи от консолидирания бюджет за наука по отношение на Брутният вътрешен продукт (БВП), е 0,43% при желаните от вас не по-малко от 0,5% от БВП. На пръв поглед - почти закръпена ситуация. Каква е ситуацията, обаче? Вие имате планирани доста по-високи разходи - над 1,1% от всички бюджетни разходи в законопроекта за бюджета за 2000 г. Тук искам да се извиня за това, че правителството намали тези разходи в края на 1999 г. Вместо да ви отпуснем сумарно субсидия от 96 350 000 лева, ние коригирахме плана и сме ви отпуснали 89 726 000 лева.

Причината е, че бяхме принудени да съкратим сумарните разходи на Министерството на образованието и науката с 10 %, защото общините бяха преразходвали огромни средства и ние, за да намерим начин да не отворим отново голям дефицит в бюджета, бяхме принудени да вземем отвсякъде. Това съкращение, изглежда, се е отразило по-тежко върху науката, т.е. там съкращенията (на бюджетната субсидия - *б.р.*) все пак са по-големи.

А вече основната, вътрешната причина, за това е, че Министерство на образованието и науката с много големи трудности продължава да осъществява рационализацията на училищната структура. Зад този термин се крие закриването на нежизнеспособни поради липса на ученици училища. Тези училища и сега изтеглят огромни средства. Очакваме решително поведение от проф. Димитър Димитров, впрочем, всеки един от министрите на образованието ще трябва да решава този въпрос - дали да издържа учителите и да няма ученици, а да има училища, и по този начин да бърка и в бюджетите на динамични и обещаващи сфери, каквато е сферата на науката и техническата сфера, или да събере кураж и да осъществи необходимите съкращения и да не допусне снижаване на бюджетите за наука.

Ние не допускаме това съкращение да се отрази на бюджета на БАН. За съжаление обаче тази практика е съкратила разходите, които министерствата правят за наука и за научно-приложна дейност.

Но не трябва да се вираме само в тези източници на финансиране. Аз бих обърнал внимание към обещаващия, новия, истинския източник на финансиране - това са фирмите, които ползват резултатите. Фирмите, които уважават собствеността върху научния и научно-технически продукт, върху технологията и са готови да платят, за да се развиват технологически, за да могат техните продукти да бъдат обновявани.

Сигурно фирмите работят в тази насока. Например за намаляване на енергоемкостта на производството или на консумацията на електричество за производството. Очевидно нещо се променя бързо в структурата, има някакви технологични размествания, но на какво се дължат, държавата вече не може и да събира информация. Това е въпрос наистина на частни отношения, на сделки - ученият да финализира една технология или да предложи технически решения. Но аз насочвам вниманието ви към тези фирми. И не съм съгласен, преди да са ясни фирмите, преди да са ясни ангажиментите, на правителството да се поставя обратният въпрос: *“А вие какви преференции ще направите?”* Правителството ще гледа този въпрос през есента, когато ще работим заедно за намаляване на данъчната тежест.

Така обаче не се решава въпросът за липсата на контакти, за липсата на делови взаимоотношения и партниране. Защото данъчните облекчения за финансиране на наука не са единственият проблем на фирмите. Те може би трябва да получат облекчения, но истинската причина, поради която трябва да финансират научното или научно-приложното изследване или разработка, е, че те се ползват от него и повишават ефективността от производството. За тях това е една чудесна инвестиция, която трябва да се откупи бързо. Това трябва да е техният стимул и не бива някой веднага да поставя въпроса: *“А вие как ще ги облекчите?”* Защо трябва да бъдат облекчавани за нещо, което е полезно, нещо, което те несъмнено трябва да направят, ако искат да бъдат конкурентни. Защото заплатата в България няма още дълго време да продължи да е 200 марки. Скоро ще стане 220, по-нататък ще стане 240, 250 ... и така бързо ще спада

възможността за снижаване на производствените разходи чрез ниското заплащане на труда. И тогава на преден план ще излезе една отчайваща технологична слабост.

Аз поставям за дебат този въпрос.

Публичните поръчки са също много важен компонент на финансирането на научните и на научно-приложните изследвания. Много сфери на държавната администрация осъществяват сериозни публични поръчки - по линията на инвестиционната програма или в изпълнение на някакви значителни държавни поръчки. Например ново облекло за армията или за полицията. Според мен и на двете (научна и научно-техническа - б.п.) общности не са известни механизмите, по които държавата прави тези поръчки и как могат те да консумират или да предизвикат техническо обновление или добри решения. А това е голямата мина на развитието на науката например в Съединените щати. Там се правят обществени поръчки от Пентагона и на базата на тези поръчки се възлага да се разработват и да се развиват определени технологии. Такива възможности, макар и в много по-малък размер, съществуват и при нас.

Държавното субсидиране на фундаменталните изследвания - това е проблем, който вие трябва да разрешите, не може да го реши друг. Това е проблем за структурата на държавната субсидия при финансирането и подпомагането на научните и научно-приложните изследвания.

Кои от тях са фундаментални? И заради какво? Има ли възможност България да финансира фундаментални научни изследвания, до каква степен? Кои? Как ще бъде отчетена новата ситуация, която се създаде с Интернет, с електронната поща, с този универсален вече библиотечен достъп, който имаме? Кой ще отчете как се променят и разместват условията, за да се прави фундаментална наука и кой ще каже - ето това трябва да бъде? Държавата не би трябвало да напуска тази сфера, защото е важна. Защото фундаменталните изследвания, ако са истински фундаментални, не носят полза за България, те носят полза на света.

Международните програми също са един много перспективен източник на финансиране. Например Петата рамкова програма и други подобни на нея, те са познати на всички, които са работили по тях. Аз знам, че много от българските учени получават задачи и защитават проекти и получават финансиране от европейските програми. Ще получаваме и в бъдеще такова финансиране. Сметките обаче показват, че у нас разходите (за наука - б.п.), които се финансират от международни програми, са от порядъка на около 8 %. Очевидно тенденцията е на увеличаване на европейското финансиране. На какво се надяваме? При едно бързо постигане на съгласие и затваряне на главите за науката и научните изследвания и за индустриалната политика (при преговорите за присъединяване на България към Европейския съюз - б.п.), можем да очакваме финансирането по линията на европейските предприсъединителни фондове и други видове европейски програми да се увеличи. Защото това ще бъде първият, непосредствен ефект от доближаването на България към Европейския съюз.

И накрая, много малки фирми с научно-приложна дейност или техническа дейност могат да получат насърчаване по линията на насърчаванията, които ние даваме за малките и средни предприятия. Такъв опит направихме със *Закона за високотехнологичните паркове*. Идеята е проста - да предоставим офисите, апаратурата и техниката, които са създадени от държавата, на тези, които работят с тях, като

създадем най-облекчени условия да развиват своя самостоятелна предприемаческа научно-приложна дейност. Създадохме универсален инструмент. Но ако ние сме склонни да направим нещо като “имууществено подпомагане” или подпомагане чрез условията, предоставяне на условия на тези хора, правим това, което правим по отношение на всички останали. Не правим изключение, даже правим много по-сериозна крачка към тези малки фирми. Можем да направим и други неща.

Ако този закон не е достатъчно добър, нека го дискутираме. Той е част от стратегията за развитието на високите технологии, която прие правителството. Тази стратегия също може да се дискутира. Защото, от една страна, ние имаме ограничения в живите пари, които можем да отпуснем на науката и на хората от научно-техническата сфера. От друга страна обаче, нямаме същите ограничения по отношение на офисите, оборудването и апаратурата. Там ние сме доста по-свободни да действаме и можем да направим това, което очакват от нас. Съгласни сме да го направим, стига нещата да тръгнат.

В какъв смисъл?

Вие да имате своите задачи, да имате своя бизнес, да увеличите заетостта и да създадете практика на научна и на научно-техническа дейност, да поддържате жива тази практика. Тук поставям и въпроса за по-специално кредитиране на фирми, които са инвестирали в съвременни технологии.

Достъпът до финансиране е също един голям, нерешен въпрос. Ако финансирането ще идва по линията на бюджета, ние трябва да решим въпроса за достъпа. Кой и как получава достъп до финансиране? Това трябва да бъде явна и разумна система. Да държи сметка. Всеки лев, който отива в науката, да има висока възвръщаемост, да се връща обратно с подобрена производителност и ефективност на производството и услугите.

Това са прости принципи. Сегашната система за разпределение на държавните субсидии е неприемлива за самите общности, защото е консервативна. Тя все още се основава на финансиране на структури, а не на талант и не на продукт. Трябват принципни критерии за оценка на конкуриращи се проекти. И това трябва да стане практика. Да, държавата трябва да очертава сферата, която финансира като фундаментална наука и да издържа определени структури. И извън това трябва да има конкуриращи се проекти.

В неделя си представих как един човек пробива в най-богатата страна. Той има идея и отива при бизнесмените - и те какво - веднага му дават пари? Дори и там, където има страшно много пари, той отива и започва да работи за тази идея - да убеждава, да търси някой да му повярва. Ако си много богат и имаш идея, можеш да продадеш това, което имаш, и да превърнеш идеята в продукт или да реализираш проект (но ако не си богат? - б.р.). За да спечелиш отнякъде финансова подкрепа, ти трябва да дадеш убедителни доказателства, да покриеш определени критерии и ние с вас трябва заедно да създадем този механизъм.

Науката и научно-приложната дейност се глобализират.

Поставям това като нов, открит въпрос за дебат. Защото чувствам, нямам убедителни доказателства, но чувствам, че глобализацията и това, което става с Интернет, с всеобщата комуникация помежду ни, това променя света. Ако преди светът беше, образно казано, една голяма група колоездачи, движещи се в пакет, пред която има друга, сравнително малка група колоездачи, които са челните страни, сега този пакет се разкъсва страшно. Определени страни напреднаха много бързо. Глобализацията ни прави съпричастни към един общо научен живот и обмен на технологии, какъвто никога не е имало в света.

Какво е глобализацията на българската научна и научно-техническа общност, обаче, питам аз? Какво е тя за нас и какво ние за нея? Къде е нашето място в този нов свят?

Имам едно подозрение, че това, което направихме с виното - *Закон за виното*, с цялостна защита на технологията, като се започне от самото начало и се стигне до крайния продукт, с всички разписани там изисквания към производител, към преработвател, към институциите, които сертифицират - това е достатъчно добре решена верига, в която е заимстван силно европейският опит. Верига, с която ние можем да претендираме, че всички хора, които са около този бизнес - производството на вино, ще имат сериозно челно място в глобализиращия се пазар. Вече виждам как става това. По качеството на материалите, на документите, на поднормативните актове. Колко други добре уредени сфери имаме обаче? Ние сме длъжници точно в този план. Не към науката глобално, а в конкретен план. И трябва да намерим отговор: как точно България участва в този глобален свят. Или може би България ще се примитивизира. Много общества ще се примитивизират в тази ситуация, ако не се закачат за тези, които вече бързо дърпат колоната напред.

И като говорим за глобализацията се свят, аз си мисля за примера, който ни даде Бил Гейтс с Microsoft. Този човек стана пет пъти по-богат от България за времето, за което ние обедняхме пет пъти. Един човек с един бизнес, с концентрирана воля и усилия в момента има 50 милиарда долара, а нашият брутен вътрешен продукт спадна на 12 милиарда и половина за десет години.

Тук между вас може да има такива хора, които са в състояние да дръпнат силно страната напред. Нека да намерим начина! Нека да заложим там и да го направим. Това за мен е глобализиращият се свят - много бързото развитие на определени дейности в определени научни и научно-технически сфери с огромно отдаване от страна на обществото. Обществото плаща за тези неща! За зърното обществото не плаща. За научно откритие обаче, за нещо което фундаментално променя живота на хората, за едно лекарство или за една технология обществото ще даде огромни средства! Кой от нас ще ги вземе тези пари? Кой ще ги изработи?

Разбира се, отговорът ще дойде, ако си отговорим на въпроса *“Кои са сферите за перспективно развитие на науката и приложните ѝ дейности (у нас - б.р.)?”* Въпрос, който много пъти е решаван със средствата на предишната система, административно, чрез връзки. Който е бил по-силен, който е можел да стигне по-бързо до финансирането, той е получавал своята ниша. След това от тази ниша или се ражда нещо, или става ясно, че тя е абсолютно безполезна.

Ето, ние поставяме въпроса отново, *кои са тези икономически ниши, не научни - икономически ниши, където следва да се насочат българските учени.* И как те да

свикнат да мислят с понятието, че първо трябва да намерят нишата и от нея да тръгнат, за да разработват продукта или техническото решение? Защото сега никой не се интересува от неща, които нямат гарантирана реализация. Това, разбира се, ще бъдат нишите на българската икономика, които са позапуснати и се намират в същото състояние, както непочистените ни дворове. Но по-вероятно е те да са там, където има традиция, където има натрупан опит. Намирането им е необходимо и достатъчно условие за започване на финансирането и работата по научен или научно-технически проблем. Държавата ще го решава в определени размери, но в глобален смисъл, в общ план, като повсеместна практика това трябва да се реши от бизнеса и от науката. Те трябва да кажат кои са тези перспективни ниши, те трябва заедно да направят инвестицията, това е моята убеденост.

Вземам примера с инвестиционната програма. Когато правителството направи своята инвестиционна програма, огледа се и видя, че на практика тази инвестиционна програма е една трета или една четвърт от общите инвестиции в страната. Вече е така. Правителството може да инвестира от една трета до една четвърт от инвестициите. Правителството може да инвестира от една трета до една четвърт от научната и научно-приложната дейност. За останалото е нужно или външно финансиране, т.е. нашите научни и научно-приложни изследвания да станат част от глобалния процес, или финансиране от българските фирми.

Това са трите решения (трите основни източника за финансиране на българската наука - *б.р.*) и аз не виждам други.

Мога да ви кажа как процедирахме с един конкретен проект - проектът *Дунав мост-2*. Какво направихме, след като видяхме, че ще се стигне до решение за изграждането му. Ние решихме много бързо да организираме българските фирми. Защото ще има много голямо финансиране, което някой ще вземе. ЕС ще плати за техническо проучване, ще плати за проектиране, ще плати за изключително много съпътстващи дейности.

И накрая, аз смятам, че трябва да има много силни контакти между представителите на научната и научно-техническата сфери и бизнес-организациите. Бизнесът е сравнително най-развит и готов за контакти. Организациите му са в състояние да бъдат качествени партньори. Може би трябва да се тръгне от такива контакти. Може би трябва да се започне с нещо. Може би те самите ще подскажат, как да стане. А може би ще създадат свои структури, които да го осъществяват. Според мен това е най-полезната симбиоза за бизнеса и научната сфера. Без с това да кажа, че държавата няма да поема и няма да решава своите задачи.

С това завършвам и се надявам във вашите изказвания да видим конкретни предложения за план за действие. Какво ние в оставащата година можем да поемем и да решим, как да разширим и конкретизираме сътрудничеството между висшите училища, Българската академия на науките, Националния център за аграрни науки и Съюза на учените в България за съвместни проекти за производство на пазарни продукти и съвместно обучение в третата образователна степен, поддържане на мрежата от консултантски звена за участие на български учени в европейски програми и дейности като Петата рамкова програма на Европейския съюз, Евроатом, координация на научната и научно-техническата дейност и всички други, които вие ще подскажете.

* * *

В последвалата дискусия взеха участие 26 учени от БАН, висши училища и научни и други организации. След направените изказвания министър-председателят Иван Костов произнесе заключително слово.

ЗАКЛЮЧИТЕЛНО СЛОВО НА Г-Н ИВАН КОСТОВ*

Както нямах амбиция в началото да ви казвам ония големи истини, дето ги слушахме до 89-та година, седнали ей-така по редовете, а отгоре някой да ни ги съобщава и ние да се опитваме да ги смиламе като научни работници или преподаватели, далеч от тая амбиция, с откровеност и желание за диалог, аз мисля, че постигнах основната цел на това събиране и ви благодаря за това, благодаря ви за участието, благодаря ви за споделените мисли, за идеите, за критиките ви благодаря, за всичко, което казахте.

Искам да ви кажа, че аз останах удовлетворен, че вие разбрахте моето основно послание. Никой в тази зала, след този разговор и след като ме изслуша, не може да каже, че не е разбрал какво казвам.

Да, и малко търговци! Точно така - учени и търговци. Учени с нови ангажименти, учени с отворени очи към неща, които досега не са ви били важни или постепенно започват да ви стават важни. Аз мисля, че вие разбирате много добре това послание. Дали е много умно, дали е много оригинално, сигурно нито е умно, нито оригинално, но това е посланието на днешния ден, това е днешната реалност. Аз ви съобщавам реалността, признавам я тази реалност и се радвам, че вие ме разбрахте.

Къде виждам участието на учените? Най-провокационният въпрос е това, най-сериозният. Винаги така трябва да се провокира изпълнителната власт. Аз обаче веднага имам отговор - в споделянето на отговорността - в споделянето на отговорността за всичко, което се отнася за науката и научно-техническата сфера. Не отговорността (на правителството да бъде - б.р.) на едно място, а вие - на друга, и не вие да си оставате в позата на *“ние питаме - вие отговаряте”*. Няма такава инстанция, без държавата да дезертира, разбира се, от своите задачи, без да се минимизира. Държавата следва да поеме своите задачи, разбира се, в зависимост от възможностите, в зависимост от структурата на икономиката. Няма наука, откъсната от икономическата структура. Това, което каза Божидар Данев (председателят на Българската стопанска камара - б.р.), когото не ми се е случвало скоро да виждам, е опит да се прехвърли веднага горещият картоф от структурите на бизнеса обратно някъде другаде. Няма пазар на ценните книжа! Много важно, като няма пазар на ценни книжа и няма развита финансова инфраструктура. Бил Гейтс, ако е за въпрос, не е теглил парите за развитието на *Microsoft* от продажба на облигации. Цената на неговите акции нарасна, защото той реинвестира печалби, свои собствени, в научни изследвания. Какъв пазар (на ценни книжа - б.р.) тука, каква инфраструктура? *Да не правим така!* - е призивът ми, да не се опитваме да стоварваме въпросите от ръцете на един на друг, на трети, на пети - и накрая - тука в ръцете на един млад мъж, тука на първата банка, който държи кесията на държавата и от когото всички накрая претендираме за някакви средства. Споделена отговорност означава да поемеш своята собствена отговорност за себе си, за научната сфера, за хората, които са в нея, и така нататък. *Споделена отговорност!* -

това е моят призив. Не може без споделена отговорност! Не може без *споделена грижовност* един към друг. Това е бъдещето! Аз съм дълбоко убеден в това.

Разговорът с вас, това, което слушах, ме накара да локализирам няколко ниши, които според мен е важно да ги посоча тук, може би преди всичко за проф. Баларев, за да ги остави подчертани в протокола, но да ви ги кажа и пред вас. **Вие разкрихте много интересни ниши за научно проявление:**

Първа ниша: Приспособяване на България към стандартите на Европа. В най-общ план и в частност, да речем, екологическите стандарти. В частност - стандартите за издържане на земетръс. В частност - стандартите за опазване на биологическото разнообразие - и така нататък - всичко останало, което ние, вървейки към Европа, ще трябва да съблюдаваме оттук нататък. Дотук може да не сме го съблюдавали, но оттук нататък ще трябва да го съблюдаваме. Вие имате тази ниша, вие ще кажете как една фирма трябва да съблюдава европейските стандарти. Или как една държавна администрация да съблюдава европейските стандарти. Това е една изключителна ниша. Това е част от дълга на българската научна сфера и аз я подчертавам много сериозно. Божидар Данев се чудеше откъде ще дойдат парите. Ето, ... уважаеми професоре, мостът - вторият на Дунав, близо до Вранча, намирайки се в зоната на действие на това постоянно огнище, ще трябва да бъде изследван, ще трябва да получи дълбоко сериозно предпроектно проучване по отношение на земетръса и вие сигурно по някакъв начин или други ваши колеги ще поемат тази задача. Кой ще я поеме? Затова недейте да казвате *“Голям инфраструктурен проект - това не е работа на науката”*. Как да не е работа! Ами че на кого е работа?! На кого е работа?

Ами изследването на реката? И така нататък - зад всяко нещо се крият такива работи. Аз зададох въпроса за тунела под Шипка. Направили ми един разчет, попогледнах аз така в разчета, попитах тук-там някои фирми, понеже аз простичко действам, не искам в кой знае колко сложни неща да навлизам, елементарно: колко примерно в една Австрия взимат за тунел. Съпоставих резултатите, твърда скала, мека скала, изведнъж - това, което нашите го изкарали като предпроектна оценка се оказва три пъти по-скъпо от парите, за които австрийците биха го продупчили. И веднага почвам да питам: Вие изследвахте ли я тая скала, тая научната там, приложната, проучвателната (дейност - *б.р.*) направихте ли я? Ами така, направихме я, оценихме я експертно по най-твърдите скали. Е, къде има най-твърди скали? Аз не съм геолог, ама чак толкова си спомням от гимназията, че такива *“най-твърди”* скали в Стара планина няма. Те го направили така ... Някой си е измил ръцете! Може би някой не е имал парите да направи проучването така, както е по европейски образец. Ами - ето я нишата - проектните (и предпроектните - *б.р.*) проучвания. Разбира се, че трябва да ги има. Защото вижте къде започват големите разхищения в една държава - като не е ясно това, като не са ясни антиземетръсните (изисквания - *б.р.*) и т.н., оня - инвеститорът, като му се изсипят огромните пари и не му се каже къде точно трябва да ги вложи, той ги прибере половината за себе си. Защо паднаха половината къщи в зоната на земетресението в Турция? Нали поради същата причина! Аз не съм кой знае колко запознат с подробностите, вие сигурно ги знаете тия неща, но ето я науката, науката затваря тия *пари* на бизнеса, за да няма печалби 100 %, 200 %, както тука се каза. В една европейска страна няма суперудари в една година да си върнеш капитала, няма такова нещо. Печалбата и тука ще стане 10-15 %. Ако те са взимали 100 %, ще ги поделят с юристи, ще ги поделят с учени, ще ги поделят с технолози, докато не влязат в

изискванията, такива каквито Европа ни иска да ни види, когато застанем на вратата ѝ за окончателно влизане там ...

По-нататък. Не се отнасяйте с високомерие към предложенията на хората от селскостопанската наука. Нишите на България са в екологичното земеделие. Огромна, много интересна ниша, постижима за България. Никак не е просто да бъде овладяна, не е само земеделска работа, това са много сериозни неща. Ето такова нещо ние ще запишем и ще ви кажем: да, ето това е мястото, където всичко, което се прави, ще има протекцията, ще го има реализирано, ще има икономическа ниша. Дай боже да можем много такива гаранции да дадем, ама ние нямаме толкова много гаранции да дадем в момента. Но ето, такива *прочити* на правителствените документи трябва да има. Както и на правителствените законопроекти. Защото аз останах с впечатление, че ние не комуникираме помежду си. Вие говорите на вашия език, ние говорим на нашия нормативен език, вие не четете нашия нормативен език, ние не слушаме вашия доста сложен професионален език, и накрая не се получава сработването, възприемането на правилата. Вие сте встрани от правилата.

Вие сте встрани от правилата. Може ли да изясните, примерно, защото е чисто ваш въпрос, изказването на академик Р. Цанев за *“чистите стаи”* (от една страна - *б.р.*) и категоричната ви съпротива срещу високотехнологичните паркове (от друга - *б.р.*). Какво искате - дали под формата на високотехнологичен парк един колектив да може да вземе чисти стаи и да работи в тях и да произвежда съответния гама-интерферон, или да не ги даваме, тия чисти стаи, нека си стоят, който иска, нека си ги прави. Искаме ли да ги направим високотехнологичните паркове с тази цел, да представим специалната апаратура, специалните възможности да ги предоставим на хора, които могат да ги задвижат, могат да направят производство. И не се плашете от това, че някой администратор щял да ги разпределя. Никакъв администратор няма да ги разпределя. Ето, професор Димитров ще ви гарантира - разпределяйте ги, ако искате вие. Съберете се и ги разпределете. Ако го направим това обаче, пак ще има критики, ще кажат: *“държавата пак дезертира, администрацията бяга от своята отговорност, не ще да участва в разпределянето на свръхчистите стаи за производство на биохимични продукти”*. Ние търсим с вас да намерим това решение, но според мен това е важна ниша, тя не трябва да се изпуска, трябва да се разбира, че го има като възможност, и да не се отхвърля с лека ръка, а да се мисли от гледна точка на цялото съсловие ...

Не искам да използваме щампи, искам да отворим силно и широко очите си и да видим реалностите. Ние не можем да не видим реалностите, защото ни предстои да взимаме съдбоносни решения. Може, разбира се, и така да се каже, може обаче да се намери и друга формулировка, че ние трябва да изведем българската наука, решавайки цял комплекс от нейни проблеми, да я извадим на нивото на световната наука на един много широк фронт. Хайде така да го кажа аз. На широк фронт, не на отделни позиции, а на един сравнително широк фронт. Ако искате, нека това да бъде един точно определен или предварително избран фронт. Ето, вие казвате, че за разлика от Германия, ние имаме космическа наука. Германия е спряла да финансира такива изследвания, ние обаче ги държим, продължаваме, разработваме там ... Можем да стесним тая полоса, може да кажем - *“ето тук ще излезем”*. Но за да го кажем това нещо в България, трябва също да споделим отговорността. Това не е работа на правителството. Недейте да имате илюзии. Какво е правителството в една държава, каквато е България? Нямайте илюзии по този въпрос. Моля ви.

Четвърто: За мен още една много важна научна ниша е да създадем такава организация, че да насочваме български колективи за участие в конкурси за държавни поръчки, за научни разработки на други държави или на други големи организации. Това, което беше казано за НАТО, е чудесно. *Ама колко от вас знаят, къде е пазарът на търсенето на научните продукти?* Знаем ли какво се търси? Имаме ли пълната информация? Примерно, знаем ли как да предложим проект, с който една област само да се поддържа, да се поддържа, не само да се развива, а друг, с който да се развива. С един малък проект да се гарантира животът на областта, а с друг да се развива. Ето това според мен е много важно ...

И накрая няма да кажа нищо друго, освен да благодаря за идеята за критичната маса. Моята представа за критичната маса е такава: Когато има критична маса, има не само творчество, има структура, има организация, има екип, има хора, които сплотени не само от броя си, те може да не са много, сплотени от мотивацията си, сплотени от таланта си, могат да направят много. И тогава, когато отслабне мотивацията (не броят на хората, който също има значение), тогава се появяват центробежни сили. Във всяка организация е така, във всяка социална система е така ... *И центробежните сили я разкъсват, просто - разбиват я. Това е проблемът на нашите млади хора.* Глобално! Трябва да го осъзнаем глобално, като държава, и по-конкретно - като научна и научно-техническа общност. *Ние сме с отслабена гравитация. Ние слабо привличаме и задържаме младите хора около себе си.* По принцип е така. Нашите сили са отслабнали. Те заради това се пръскат. Те заради това се пръскат - да, и заради заплащането, но те се пръскат и заради това, защото тук е отслабнала тази сила. Кой може да върне тази сила - това е въпросът! В отделния колектив - ясно. Ако подбираме и правим одит на научните институции, ще подходим по този начин - ще видим как е на изхода, ще видим каква е атмосферата, ще видим те разпадат ли се или се интегрират и така нататък, ето ... благодарим за този критерий. Аз споделям изцяло, но не по този начин, по който казвате вие, тревогата за младите хора. Младите хора ще си дойдат в България, аз съм абсолютно сигурен, в този момент, в който ние оздравим средата. В този момент, в който България стане част от Европа, те ще си дойдат тука, защото тук ще им е най-добре, защото тук е домът им. Няма къде да отидат нашите хора, така е според мен. Просто аз дълбоко вярвам, че е така. Ние обаче трябва да оздравим средата! Ние, няма кой друг.

Да, вие носите жертви в момента, така е - но носите жертви. Да, вие го плащате този път към Европа, но не тези, които са напуснали и които живеят може би вече сравнително добре на Запад, неколкостотин хиляди души. Плащаме го ние. Така е, кой да го плати? Но ние трябва да им завещаем здрава, конкурентна, обещаваща среда в България - и в научната, и в научно-техническата общност, и в българската икономика като цяло. Те трябва да я видят тази страна като обещаващ член на Европейския съюз и това е нашият дълг. В останалите десет години. Не знам, дали забелязахте, че когато правителството каза, че България ще влезе в Европа през 2006-та година при най-добро стечение на обстоятелствата, ЕС заложи краен срок 2010 г. Видяхте ли, че записаха краен срок 2010 г.? Ние нямаме повече време от тия десет години, които ни отпуснаха.

Благодаря Ви!

* Словото се публикува с незначителни съкращения.

ФЕСТИВАЛ НА ФИЗИКАТА

Людмил Вацкичев

От месеци насам българските физици участват активно в международната проява "Физика на сцената", целяща да популяризира физиката и нейните постижения сред обществата на европейските страни и най-вече – сред младите хора, които биха избрали тази основна за техническия прогрес наука като свое жизнено поприще в бъдещето. Съюзът на физиците в България (СФБ) организира една от последните "сценични" прояви в аулата на Софийския университет "Св. Климент Охридски". И както подобава на истински фестивал, тази проява бе открита с впечатляващото участие на духовия оркестър на столична гимназия, под чиито звуци училищните мажоретки показаха колко настроение и радост може да внесе това необичайно хрумване в едно "почти научно" мероприятие. Защото се оказа, че дори българското хоро, изпълнено от мажоретките, се превръща в неочаквано вълнуваща прелюдия за младите и стари любители на физиката.

За щастие докладите, демонстрациите, дебатите и останалите прояви на фестивала на физиката бяха напълно в тон с любопитното откриване. Първо председателят на СФБ проф. дфн Ив. Лалов показва на предимно младата аудитория от ученици как физиката ще прекрачи границата между двете столетия без шенгенска бариера. След него проф. дфн Никола Балабанов от Пловдивския университет "качи" слушателите на кораб от времето на Великите географски открития и ги поведе сред бурното море на ядрената физика. После ст.н.с. I ст. д-р Александър Ваврек и Пенка Лазарова ни зареяха из историческите дебри на българската физика, за да възкресят паметта и делото на първопроходците на тази наука в България. Великолепните физични демонстрации и филми пък наситиха фестивала с образи, за да опровергаят за пореден път мнението на лаиците, че физиката била суха и скучна наука.

Интересът на младите участници във Фестивала на физика продължи да бъде поддържан на високо ниво с докладите на доц.д-р Борис Арnaudов и доц. д-р Пламен Физиев, които показаха по убедителен и разбираем дори за не дотам подготвените слушатели език размахът на физичните изследвания от микросвета на атомите до безкрайните размери на Вселената. Така бе осъществен плавен преход към "братската" за физиката наука – астрономията, към която има незатихващ интерес в много ученически клубове и други астрономически организации в провинцията. За първи път на популярен физичен форум стана дума и за връзката между физиката и екологията, представена от ученици в 74 СОУ-София. Бяха представени и наградените участници в националния конкурс "Физиката в съвременното общество", които показаха на университетските преподаватели, че основните идеи в наградените доклади могат да бъдат изложени кратко и ясно за броени минути. Имаше и любопитни физични въпроси към участниците във фестивала, които също излъчиха най-бързо мислещите между учениците с широка култура в областта на физиката. Така фестивалът стана истински празник за бъдещите млади физици и се надявам неговите нови издания да станат традиция за Съюза на физиците в България.

Физиката в светлината на прожекторите

"ние сме длъжни да направим нещо повече, за да възбудим интереса на младите хора към науката - не само с цел да ги подтикнем към професионална научноизследователска работа, но и да направим от тях по-добре информирани граждани."

Д-р Филип Бюскен,

Еврокомисар по научните изследвания на Европейската комисия

Заклучителното събитие на европейската програма "ФИЗИКАТА НА СЦЕНАТА" бе уникалният фестивал, състоял се от 6 до 10 ноември 2000 г. в CERN (Женева), на който присъстваха над 400 делегати - специалисти по обучението по физика и популяризацията на науката. Участниците бяха от 22 държави-членки на Европейския съюз или на поне един от организаторите - CERN, Европейската южна обсерватория (ESO), и Европейската космическа агенция (ESA), водещи центрове за изследвания в областта на физиката и астрономията.

"Физиката на сцената" е проект, реализиран от организаторите с подкрепата на Европейската комисия като част от Петата рамкова програма (Трета хоризонтална програма: Подобряване на човешкия потенциал за научни изследвания и социално-икономическата база на знанието.) и е една от седемте програми от Европейската седмица на науката и технологиите '2000, инициатива на Европейската комисия за повишаване осведомеността на обществото в сферата на науката и технологиите, съдържащи проекти с нови идеи за научна комуникация. Поради членството си в CERN от юни 1999 г. България е включена за първи път в подобна европейска инициатива с всички права и задължения.

"Физиката е навсякъде" - това беше твърдото убеждение на всички участници. Тя присъства в една проста партия тенис на маса, в хвърления бумеранг, в музикалния концерт ... Законите на физиката управляват Вселената, Земята, микросвета и преди всичко нашия собствен живот. Открития на физиката са в основата на високите технологии, довели до прогреса на комуникациите, компютрите и транспорта. Световната Интернет-мрежа и мобилните телефони са само два от примерите за физически технологии, които бързо са намерили своя път до всекидневния живот.

За съжаление последните социологически проучвания показват плашещ спад на интереса към физиката и технологиите сред гражданите на Европа и по-специално сред учениците. Все по-малко и по-малко хора избират да учат физика в университетите. Очертава се нерадостна картина - в бъдеще да няма кой да поддържа тези технологии и да разработва нови. Недооценяването на полезността на фундаменталните знания е опасно и може да доведе в бъдеще до драматични последици.

"Нашата тема е физиката. Целта е образованието. Аудиторията е цяла Европа." - Заяви при откриването на фестивала д-р Рихард Вест - началник отдел "Образование и връзки с обществеността" на ESO, член на Международния организационен комитет.

Необходимо е да се намери отговор на въпроса, защо младите европейци се колебаят да навлязат в света на физиката, да оценят полезността на фундаменталните знания за бързия прогрес в технологиите, от които зависят удобствата на всекидневния живот и да се очертае ясна стратегия за стесняване дистанцията между засилващата се зависимост на европейското общество от технологиите и научната.

"Нашата цел са образователните програми на бъдещето", - заяви генералният директор на CERN проф. Лучано Майани. Затова трябва участниците да споделят опита си, да се представят нови идеи и методи за преподаване и за мотивация към учение у младите европейци. Това може да се постигне чрез добра организация за сътрудничество между европейските държави. Тревожното положение с възприемането на науката в Европа ще се избегне чрез развиване на стратегии за промяна в преподаването и представянето на физиката и науката пред обществото. Затова очакванията са след фестивала да бъдат генерирани нови идеи за представянето и за преподаването на физиката, за демонстриране на забавлението, което тя носи, за връзките ѝ с други науки, с ежедневието и дори със злободневни събития. Интересен пример за това даде в представянето си *"Миналото и бъдещето на физическото образование"* проф. Джон Луис от Европейското физическо дружество, който обясни действието на виаграта със закона на Бернули. Според него основните принципи на обучението трябва да бъдат: *"Чувам и забравям; виждам и помня; правя и разбирам"*, - т.е. вместо да се учи наизуст, да се мисли самостоятелно. Отговорността за неразбирането на науката може би започва още в училище и затова е необходимо да се подобри качеството на образованието, да се свърже обучението по физика с нуждите на обществото, да се разяснява пред младите, че науката ни дава умения за живота, умения за общуване и ни обучава да учим - много важни стъпки срещу все по-намаляващия брой студенти по физика.

Посланието на фестивала беше *"Физиката е навсякъде, тя е прекрасна, тя е вълнуваща, науката е основният източник на знания за човечеството"*. Лекции в класическия смисъл отсъстваха. Повечето от общите представяния бяха под впечатляващата форма на научно шоу. Те показваха колко атрактивна и едновременно с това -полезна е физиката, съчетаваха я с изкуството, с web-приложения, с виртуална реалност, други показваха не колко добре професорът прави опити, а колко лесно и с подръчни средства могат да се правят атрактивни опити, демонстриращи основни физични закони и принципи. Поради своята атрактивност преобладаваха оптиката, акустиката, механиката. Не липсваха и представяния, съчетаващи историята на физиката и физическите явления и закони с елементи от цирково или театрално представление. *"Циркът на физиката"* (Холандия), *"Магията на физиката и химията"* (Италия), *"Името на славата"* (Германия), *"Светлина и цвят"* (Финландия), *"Музикални квадрати"* (Англия), *"Физиката на пинг-понга"* (Полша), *"Живот и смърт на частиците"* (Португалия), *"Акустични лещи"* (Швейцария) - това са само част от заглавията на представянията, поднесени с много артистичност, музика и светлини, с ясно и разбираемо обяснение на заложените в тях научни принципи. Двама млади германци представиха интерактивно научно шоу, в което комбинираха цирковото изкуство с физични експерименти и направиха състезание сред публиката за обяснения на явленията. Две театрални постановки - *"Делфийският оракул"*(Швейцария) и *"WWW! What a Wonderful World"* (Франция) бяха свързани с физиката на елементарните частици, а група от Ирландия направи истинско шоу, показващо принципа на действие на музикалните инструменти, завършило с великолепен концерт. Физиката, представена в светлината на прожекторите, наистина показва колко очарователна,

забавна и разбираема може да бъде науката, как нейните послания могат да стигнат и до най-малките и до най-възрастните.

Много иновационни идеи за физични демонстрации, опитни постановки и учебни помагала - от комикси ("Светът на частиците", издание на CERN), постери, стикери, учебници, списания, научнопопулярни книги за всички възрасти и т.н., до учебни компакт-дискове имаше и на пъстрите щандове на страните-участници. България представи ефектни отражателни холограми, изработени в ЦЛЗОИ-БАН, компакт-диск за слънчевата енергия, множество астрофотокарти и снимки, направени от ученици по време на пълното слънчево затъмнение на 11 август 1999 г. и, разбира се, много визуална информация за националната програма "Физиката на сцената". Web-страницата на младите астрономи от астроклуб "Канопус" във Варна с ръководител Веселка Радева предизвика заслужен интерес. Нашето представяне беше съпроводено и със словото "Двете лица на физиката" на проф. Иван Лалов. *"Младите хора в Европа заслужават най-добрите възможности за обучение по физика"*, - беше едно от посланията на фестивала и проектите, програмите и експериментите, представени на щандовете дадоха възможности за обмен на идеи в тази насока.

Извън светлините на прожекторите на фестивала останаха дискусии в 14-те работни групи, обсъждащи кризата не само в образованието по физика, но и в развитието на човешкия потенциал (брой физици - специалисти, учители, и студенти), физиката в началното и средното училище, общественото разбиране на науката (англ. *public understanding* няма все още общоприет термин на бълг. език - бел. авт.), ролята на историята и философията в образованието по физика, жените и физиката, съвременните глобални проблеми на човечеството (биоинженерство, екология, енергетика и т.н.) и ролята на физиката за тяхното изясняване, съдържанието на учебните програми по физика, ролята на Интернет в обучението, съвместната дейност на Европейската комисия, CERN, ESO, ESA и др. за изработване на дългосрочни стратегии за намиране решения срещу тревожното възприемане на науката в Европа и др.

Бих искала накратко да се спра на обсъжданията в работната група "Public Understanding" на физиката и науката не само поради моето участие в нея, а поради важността на проблемите, свързани с общественото представяне на науката. Около 28 специалисти от университети, музеи, масмедии, колежи и др. направиха анализ на съществуващата криза в общественото разбиране не само на физиката, но и на науката, и следствията от това. Тревожни са констатациите, че физиката не се възприема като част от човешката култура, като напр. музиката, литературата, изкуството и т.н. Важността на науката и нейните успехи остават незабележими за обществото - много хора не разбират нейния "език" и смятат, че науката (респ. физиката) е с много формули, много е трудна и имат отрицателно отношение към нея още от средното училище. Чия е отговорността за това? Дали защото науката е станала прекалено сложна и сега се разглежда като недостатъчно вълнуваща и скучна? Не е ли вината в преподавателите и учените, които не могат да я представят с достатъчно въображение пред обществото? Липсват и достатъчно институции, отговорни за изследвания върху комуникацията между науката и обществото, неформални трейнинги, недостатъчно е и разбирането от самите учени на важността на тези проблеми.

Какво трябва да се направи? Специални курсове за ресорните журналисти, курсове за научни комуникатори, представяне на науката пред обществото и политиците по понятен за всеки начин (забавни демонстрации, ясен и разбираем научен език, повече

артистичност, по-малко формули и т.н.). Да се развиват регионалните научни музеи, да се подпомагат библиотеките, да се използва изкуството за по-добра комуникация между науката и обществото (напр. театрални постановки), съвместна работа на учителите по физика с учителите, преподаващи други науки и изобщо да се използват всякакви поводи, методи и средства, за да се предизвика сред обществото, медиите и политиките интерес към науката и технологиите. Координирането на проявите за общественото разбиране на физиката трябва да се извършва от Европейското физическо дружество и физическите дружества на отделните страни, за да може да се изградят национални мрежи за популяризирането на физиката и на науката въобще. Необходимо е сътрудничество между физическите дружества и други институции (библиотеки, научноизследователски центрове, научни музеи, университети и т.н.) за провеждане на курсове и семинари за научна комуникация. Учените да се ангажират повече в политически дискусии, физическите институции и научните организации да оценят научната комуникация като част от изследователската активност и т.н.

Научните изследвания и високите технологии трябва да бъдат отговорност на управляващите. Отговорността за разясняване ползата от науката и технологиите за икономическия и културен просперитет на Европа пред обществото и най-вече пред младите европейци, които ще живеят и ще изграждат света през следващото столетие е на всички, свързани с образованието и науката. Стратегиите са: по-тясно международно сътрудничество, сътрудничество между институциите, взаимодействие между науката и технологиите и между отделните фундаментални изследвания, нови образователни материали, нови идеи и иновационни методи за научна комуникация, нов тип научна литература - с други думи, да се направи всичко възможно науката и технологиите да достигнат до живота и потребностите на хората.

Програмата "Физиката на сцената" показва модела на стратегиите за промяна на взаимоотношенията между науката, образованието, технологиите и обществото. Това пролича и от изказванията на официалните лица, посетили Фестивала на физиката: г-н Ровзинг - председател на Комисията по научните изследвания в Европейския парламент, г-жа Катрин Цезарски, директор на ESO, г-н Родота, директор на ESA (европейската НАСА) и г-н Филип Бюскен. *"Правенето на наука трябва да е такава дейност, която да е занимателна и удовлетворяваща, но науката не е забавление. Тя трябва да бъде научена, нейните принципи трябва да се усвоят, а после да се приложат, тя трябва да бъде преподавана! Нови методи за обучение трябва да бъдат разработени най-вече за младите хора ... обучението по наука трябва да се засили в цяла Европа, както и да се развие по-интегриран подход за преподаването на науката, който твърдо да установява значението на науката за обкръжаващата младите хора среда"*, - беше твърдото убеждение на д-р Бюскен. Той подчерта, че Европейската комисия ясно съзнава, че икономическият и социален просперитет на Европа са тясно свързани с развитието на науката и технологиите и че научните изследвания ще бъдат подкрепяни от Комисията, като освен програми за сътрудничество на международно и национални нива, ще има и специални програми за студенти и млади учени.

Събитието в Женева показва една нова визия за науката и образованието - такива, каквито се надяваме да бъдат те през XXI век в една обединена Европа. Показва, че науката, технологиите, изкуството и образованието са неотделима част от културата и че сме длъжни да напомним това на всички - от младите европейци до политиките. И че физиката е неделима част не само от науката, но и от културата и от човешкото

битие. И ако искаме това да се разбира от всички, не трябва да се боим да я представяме в светлината на прожекторите!

Пенка Лазарова

LINGUA PHYSICA

Редакцията отпечатва личното мнение на д-р П. Денчев с неговото любезно съгласие и като част от по-широка дискусия с един от редакторите. Хубаво е, когато нашите читатели дават писмен израз на своите мнения за списанието - с какъвто и знак да са те. (Бел. ред.)

ЛИЧНО МНЕНИЕ

Петър Денчев

Уважаеми д-р Бушев,

Писмото ми е отзвук на вашата "Lingua physica" от СФ 1/2000. Тъй като там засягате един проблем, с който съм се сблъсквал и върху който съм разсъждавал, с това писмо излагам личното си мнение.

Аз съм астроном (н.с. II ст., д-р) към Националната астрономическа обсерватория "Рожен", работещ в областта на малките тела в Слънчевата система. Само имената на астероидите са над 6000 и всяка година се увеличават с по няколкостотин. Не желая да споменавам множеството нови термини, които непрекъснато се появяват в тази област. Моето мнение е, че **изобщо в науката не бива да се измислят нови "български" термини (в това почти винаги има и елемент на произвол), а трябва да се използват готовите английски понятия, колкото е възможно по-близо до оригинала, изписани на кирилица** (определено е неприемлива практиката, демонстрирана от Кавлаков в статия от същата книжка, - използва "software" вместо общоприетото "софтуер". Защо?).

1. От прагматична гледна точка, т.е. следвайки принципа за минималното усилие: Езикът в науката, сега и в обозримо бъдеще, е английският. Всеки български младеж или девойка плаща веднъж тежък данък, че майчиният му език не е английският (с малки изключения английски език не се преподава ефективно в елитните училища в страната, особено в Математическите гимназии, които са с най-голям потенциал за кадри във физиката). Втори път, сега и поне в следващите 5-6 години, тези младежи плащат тежък данък на мизерията в страната и жестоката оскъдица на съвременни учебници и статии (Интернет не може да ги замени; да не говорим за достъпността му и пропускателната му способност). Както ми обърна внимание един американски интелектуалец, мнозинството от учените произлизат от бедни или близки до това състояние семейства (в САЩ, но и у нас няма причини да не е същото). Трети път се плаща данък на неефективното обучение във ФзФ на СУ (за провинциалните ВУЗ не желая и да споменавам). Защо на всичко отгоре тези хора ще се обременяват и с някакви побългарени термини, които ще се прилагат в един изключително тесен кръг в България (често от няколко души). Тяхното бъдеще ще е функция на способността им

за ефективна комуникация с колеги от други страни и писане на статии на английски. И в тази посока трябва да се облекчават, а не да се затрудняват безсмислено.

Термините трябва обаче да са удобни за инфлектиране (съгласуване по род, число и т.н.; не зная съответния български термин) съгласно българската граматика. Разбира се, че не сте прав, като казвате, че никой няма да ме разбере, ако кажа “кварк” вместо “куорк” или “спалация” вместо “сполейшън” и т.н. Работата очевидно е в това, че ако термините са сродни, говорещият на английски български физик много бързо превключва от български на английски термин. Ако вместо “спалация” беше въведено “раздробяване”, това превключване би било много по-трудно. Освен това не всяко раздробяване е спалация (а резултатите от нея на астероидите са “бречии”). Аз лично използвам “спалация”, защото “сполейшън” е по-чуждо звучаща дума за българския език и по-неудобна за инфлектиране.

2. Погледнато в по-далечна перспектива: Съществуването на стотици езици е един абсурд, наследен от историята. Постепенното им редуциране до няколко, според мене, е неизбежно (непрекъснато изчезват езици и това не е нов процес, но в света на глобалните комуникации той ще се ускори съществено). Сред тези няколко езика ще има един доминиращ и поне засега изглежда, че това ще е версия на английския. Смятам, че многото езици са по-скоро преграда, отколкото генератори на култура (самобитна или както и да я наричат). Хората са толкова еднакви в своите стремежи, нужди, възгледи, реакции и т.н., че изразяването им с различни думи е само (наследена) пречка пред взаимното им разбиране и изпитване на взаимна солидарност и желание за подкрепа. Английският език се наложи като незаменим посредник между различните култури (и ние със сърбите си говорим на английски). Плавното адаптиране на българската терминология към английската е въпрос на историческа далновидност. Изфабрикуването и опитите да се налагат “български” термини е усилие в обратна посока. От една страна универсалността на научните термини се предполага от самата природа на науката [отчаяните усилия на някои страни като Франция, Русия (преди разпадането на СССР, сега не знам как е), Китай и т.н. да се гради национална система от термини, са разбираеми, но подбуди като национално честолюбие, егоизъм и т.н. няма да работят в бъдещия свят; освен това България има значително по-малко основание за подобни страдания, което в случая е нейно предимство]. Българските студенти-физици в САЩ не знаят българските физични термини и не желаят да ги знаят (това изобщо не им пречи на българския). От друга страна, научната терминология е много динамична, непрекъснато изчезват и се появяват термини, и нейното унифициране е най-безболезненият път за съединяване на културите и хората.

Смолян, май 2000 г.

ПИСМО ОТ ЧИТАТЕЛ

Получихме e-mail от г-н Александър Узунов. Не сме приели за публикуване изпратения от него материал (като неподходящ), но отпечатваме критичното му писмо. Благодарим за споделените мисли. Очакваме и други мнения и отзиви.

Редколегията

Миналия век изпратих до вашето списание материал с гръмкото заглавие "Кратка теория на времето". Бих искал да разбера отношението на "Светът на физиката" към моята хипотеза. Като със закъснение се извинявам за опростенческият подход и стил на писане, както и сбъркани запетайки и т.н. Поне запетайките и една досадна неточност са коригирани. В това може да се уверите на следния адрес: http://run.to/a_uzunov.

P.S. От позицията на читател на вашето списание си задавам въпроса защо сериозните издания в България са толкова непопулярни, зле оформени и не дотам интересни в сравнение с "несериозните" издания като "Популярна наука". Оставам с впечатлението че вашето списание е насочено само към архива и редакционната колегия. Нещо към което дори и излишното според мен сп. "Наука и техника" не се стреми. Моля да ме извините но разполагате с мнението на един безпристрастен читател. Списания като вашето са отговорни за лицето на българската наука. Позволявам си да цитирам макар и не съвсем уместно последния ви брой: "Too low they build who / build beneath the stars."

С уважение: А. Узунов

ИСТОРИЯТА НЕ СЕ ПИШЕ С КАТРАН

(По повод "историческата" студия на Д. Христов)

През есента на 1999 година случайно се натъкнах на материали, свързани с името на Георги Манев - дългогодишен професор по физика в Софийския университет. Тези материали, макар и оскъдни, бяха в противоречие с онова, което бях слушал и чел за него. С безпристрастния си стил Алманахът на Университета показва, че това име има своето място както в науката, така и в организацията на образованието у нас.

Това ми даде основание да напиша малка статия за списание "Светът на физиката" (т. XXIII, N 3, стр. 229) с цел "да се отдаде нужното заслужено уважение и почит към един наш предшественик - професор по физика, който в продължение на 20 години е преподавал, популяризировал и развивал физиката в нашата страна". Аз си давах сметка, че познавам само малка част от истината за професора: не притежавам трудовете му, освен някои заглавия, посочени в Алманаха; не познавам реалната обстановка в Университета през 30-те и 40-те години; не зная нищо и за делата на проф. Манев като администратор. Затова озаглавих статията си "Проф. Г. Манев - факти и противоречия".

Признавам, очаквах че ще има реакция (и бях предупреден за това) от някои колеги-теоретици, които по същество ще вземат отношение по въпроса, и най-вече от проф. Ив. Златев, чиито оценки влизат в противоречие с някои факти. Реакцията дойде от друго място.

В края на лятото на 2000 г. излезе "Сборник материали, изследвания и документи", посветен на проф. Г. Манев. Със задоволство констатирах, че събраните документи потвърждават изводите в моята статия. Сборникът съдържа много интересни данни, които очертават творческата биография на професора. Разбира се, за да се разкрие цялостния портрет на учения и човека Г. Манев, тепърва предстои колегите теоретици да се изкажат за неговите физически приноси, а историографите да се поровят в архивите, за да видят как са отразени делата му там.

Споменатият сборник се придружава от една брошура, наречена от автора ѝ, Д. Христов, "историческа студия". Както личи от заглавието ѝ, той претендира да постави "в центъра на нещата" един актуален проблем - "проблемът Манев". За съжаление в цялата брошура - и в центъра ѝ, и в периферията, образът на професора отсъства - за него са написани само 2-3 изречения на страница 5. Вместо да освети този образ, Д. Христов хвърля в мрака на отрицанието имената на десетина уважавани университетски преподаватели - покойници. С подигравателен тон (чужд на историческите трудове) той отхвърля всички техни заслуги и приноси. Основният му аргумент е, че са били комунисти. Думата "комунист", в различни граматични нюанси, се среща 60 пъти в материала. Явно авторът му няма нужда от други аргументи. Пълно отстъпление от всякакъв исторически подход и етични норми представлява гаврата с възрастта на проф. А. Дацев.

Искам още веднъж да потвърдя онова, което написах в статията си за проф. Манев. Професорите Г. Наджаков, Хр. Христов, А. Дацев бяха мои и на хиляди български физици учители (същото се отнася за Д. Йорданов и К. Попов). Никои не е в състояние да им отнеме това място, колкото и катран да излива върху имената им. Сигурен съм,

че за всеки от тях може да бъде издаден сборник с материали, неколккратно по-голям от публикувания. Сигурен съм също така, че и те, като всеки нормален човек, са имали грехове и са преживяли драми в своя личен и обществен живот. Те не са нито светци, нито случайни хора. Те са част от историята на науката и образованието в България и ще останат в нея.

Радвам се, че станах пионер в “преоткриването” на проф. Г. Манев, независимо как оценява статията ми Д. Христов. За мене остава неясно, защо той, като един от авторите на Алманаха, запознат преди всички с биографията и библиографията на проф. Г. Манев, не е направил дори плах опит да напише нещо за него? Защо не е реагирал своевременно на оценките на проф. Златев. Ако съм на местото на неговите приятели – съмишленици, бих му търсил отговорност за дългогодишното спотайване и страхливост. Сега той “храбро” се разграничава от колегите, които са участвали в събирането на материалите за сборника, но се дистанцират от публикуването на “студията” в него. И показва завидно безстрашие в битката си с покойници.

Моята статия беше обсъждана и приета от редколегията на списание “Светът на физиката”. Брошурата на Д. Христов не носи белезите на официално издание и това му развързва езика. Връх в нарушаването на библиографските изисквания е фалшификатът, поставен на нейната корица. Тя е представена като издание на физико-математическия факултет, какъвто в Софийския университет няма от 30 години!

Много ми се иска да вярвам, че тези, които са подкрепили издаването ѝ (чрез средствата, отпуснати за европейската проява "Физиката - на сцената"), не са я прочели предварително.

Никола Балабанов,

Пловдивски университет "Паисий Хилендарски"

IN MEMORIAM

ХРИСТО ГОЦЕВ ТЕНЧОВ

(1935 - 2000)

На 8 декември 2000 г. внезапно почина нашият уважаван колега, доктор по физика, старши научен сътрудник и Председател на Общото събрание на учените в Института по електроника при БАН.

Роден и отрасъл в семейство на интелегенти, учени и хуманисти, през целия си живот той носи и защитава добродетелите на здравото научно любопитство, усърдния изследователски труд, неуморна добронамереност и обезоръжаваща почтеност. Той е един от основателите и създателите на Института по електроника.

След блестящо дипломиране като физик в Софийския университет "Св. Климент Охридски", постъпва на работа в Секцията по техническа физика към ФИ с АНЕБ с ръководител акад. Емил Джаков. По-късно е водещ сътрудник в Секцията по емисионна електроника, става доктор по физика и ръководител на лабораторията "Емисионна електроника" на Института по електроника. С негово дейно участие се зародиха и укрепнаха основните изследователски направления във физическата електроника. Неговото научно творчество е в областта на емисионната електроника, нискотемпературната плазма, масспектрометрията на остатъчни газове, физиката на тънките слоеве. Научните му резултати са представени в многобройни публикации, познати и цитирани от специалистите в Германия, Холандия, САЩ, Русия, Полша. Неговият труд и отношение към колегите, особено младите, допринесоха съществено за израстването на поколение изследователи физици. Неговата преданост към физиката като експериментална наука, грижата за експерименталните изследвания и критичността към тълкуването на експерименталните резултати остават вечен пример за всеотдайност и научна етика. Като ръководител на лаборатория "Емисионна електроника" и член на Научния съвет на Института по електроника и на Специализирания научен съвет по радиофизика, физическа и квантова електроника към ВАК, като научен секретар на ИЕ и ЕЦФ той допринесе за подкрепата на най-добрите резултати, най-талантливите учени, най-плодотворните направления. Изпълнявайки тежката роля на Председател на Общото събрание на учените в Института по електроника, има основна и незаменима заслуга за изграждане в Института на отговорен и демократичен подход за решаване на вълнуващите научната общност проблеми. Той е носител на златната значка на Българска Академия на Науките.

С неговата кончина обществото на учените в България губи изтъкнат изследовател и интелектуалец, а неговите колеги и сътрудници - една неповторима творческа добродетелност в изследванията и дискусиите.

Загубата е невъзвратима, но той остава всред нас като човек и личност, чийто принос е значителен и достоен за най-искрена и благодарна признателност.

Поклон пред светлата памет на уважавания учен и прекрасен колега.

IN MEMORIAM

Професор д.ф.н.

ВЛАДИМИР НИКОЛОВ ДЕРМЕНДЖИЕВ

(1943 - 2001)

На 5 януари 2001 г. внезапно почина основоположникът на слънчевата физика в България, видният български астроном, ръководител на сектор "Слънце" в Института по астрономия на БАН, проф. д.ф.н. Вл. Н. Дерменджиев.

Владимир Дерменджиев е роден на 6 ноември 1943 г. в гр. Гоце Делчев. През 1963 г. постъпва като студент във Физическия факултет на СУ "Св. Климент Охридски", специалност астрономия. Защищава дипломна работа в областта на физиката на Слънцето през 1968 г. като първи специализант по слънчева физика в България. През 1976 г. защитава дисертация на тема: "Изследване на височината, хелиографското разпределение и циклите на активност на слънчевите протуберанси". От 1977 г. е научен сътрудник в Секцията по астрономия на БАН. Същевременно е асоцииран преподавател по Физика на Слънцето в Катедрата по астрономия на Софийския университет.

От 1987 г. е ст.н.с. II ст., а от 1996 г. - ст.н.с. I ст. Докторската си дисертация на тема: "Възникване и динамика на активни явления в слънчевата атмосфера" защитава през 1995 г. Вл. Дерменджиев бе директор на Института по астрономия от 1993 г. до 1995 г., а от 1996 г. беше научен секретар на Института. Проф. Дерменджиев беше дългогодишен член на НС на ИА, както и на други специализирани научни съвети.

Вл. Дерменджиев е създателят на българската школа по хелиофизика. През 1985 г. той създава самостоятелното звено "Слънце" в Секцията по астрономия, поставяйки по този начин началото на систематични и обширни изследвания върху проблемите на хелиофизиката в нашия страна. Работи по проблемите на разпределението и цикличността на слънчевите протуберанси, магнитохидродинамиката на протуберансите и други еруптивни явления в слънчевата атмосфера. Активно работи по проблемите на слънчевата цикличност. Той е един от авторите на патентован метод на нов индиректен индекс на слънчевата активност. Извън хелиофизиката той работеше активно в областта на архоастрономията – изследваше астрономическата и по-специално слънчевата символика в различни мегалитни обекти в България.

Вл. Дерменджиев е автор на няколко книги и обзори и на над 150 публикации в престижни международни издания. Неговите трудове са цитирани от много наши и чуждестранни изследователи.

Професор Дерменджиев успешно ръководеше голям брой дипломанти и докторанти, както и редица международни проекти с Франция, Полша, Русия, Чехия, Словакия, Румъния и Англия.

С неговата кончина българската наука загуби един изключително ерудиран и трудолюбив учен с висок авторитет и международна известност.

Поклон пред светлата му памет.

Съюз на физиците в България

2001 - СВЕТОВНА ГОДИНА НА ЖЕНИТЕ-УЧЕНИ

ЖЕНИ - НОБЕЛИСТКИ В НАУКАТА*

Техният живот, борби и важни открития

Шерън Бърч Мак-Грейн

I. Страст към откриване

"Историята е есенцията на безброй биографии"

Томас Карлайл, "История"

Защо са само няколко? Защо има само 9 жени, спечелили Нобелови награди в науката, докато повече от 300 мъже са постигнали това? Девет от неколкостотин - по-малко от 3 % от всички нобелисти са жени.

Представените тук четиринайсет жени са учени от класата на нобелистите. Никоя от тях не е обикновен, типичен изследовател. Те всички или са спечелили Нобеловата награда в науката, или са изиграли решаваща роля за открития, които са я спечелили за някой друг. На читателите, които предпочитат да правят собствени заключения, предлагам да пропуснат тази глава и да продължат напред към самите личности.

Много от тези жени са се сблъскали с огромни препятствия. Те били затваряни в лаборатории-мазета и тавански кабинети. Те пълзели зад банките, за да слушат научни лекции. Те работели с десетилетия като доброволки за университети, които не им плащали - в САЩ до края на 50-те години. Предполагало се, че науката е сурова, мъчна и рационална, а жените деликатни, слаби и нерационални. И естествено идвало заключението, че жените учени са противоестествени същества. Сандра Хардинг, която пише за жените в науката от феминистка гледна точка, смята, че жените са били по-систематично ограничавани от занимания със сериозна наука отколкото от извършването на всякаква друга социална дейност с изключение, може би, на военна дейност на фронтовата линия.

Скоро след като тези жени преодолявали една бариера, изниквала друга. Пионери като математичката Еми Ньотер били не само легално недопускани до университетите; те били също задържани вън от академичните училища, които подготвяли мъже за университетско образование. До 1920 г. повечето европейски девически гимназии били краят на образованието им. Жените, които искали да се обучават в университет, трябвало да наемат частни учители, за да изучават математика, наука, латински ли гръцки - всички изисквани предмети за прием в университета. Бащата на физичката Лизе Майтнер отказал да наеме учител, докато тя не завърши училището за подготовка на учители. Диктаторът - баща на Рита леви-Монталчини й попречил да получи академично образование, докато тя не станала на 20 години. По-късно тя открива неврорастежния фактор, който може да играе жизненоважна роля при дегенеративните заболявания като Алцхаймер. И Майтнер и Леви-Монталчини започнали кариерата си в науката едно десетилетие по-късно от връстниците си мъже. Веднъж постъпили в

университета, жени като Мария Кюри, Еми Ньотер и Майтнер работели с години без заплащане и официална длъжност.

В САЩ ситуацията била различна, но не по-малко трудна. Американските университети допускали жени като студентки, но отказвали да ги наемат като изследователи. На жените-учени било предлагано да преподават в девически колежи или в смесени университети; на тях не им било позволено да провеждат научна работа. Те попадали под знака на параграф 22. От тях се очаквало да останат неомъжени, но те се нуждаели от съпрузи, за да получат достъп до изследователски лаборатории.

Герти Кори, която изучавала въглехидратния метаболизъм, ензимите и детските болести, предизвикани от ензимна недостатъчност, станала професор едва в годината, в която получила Нобеловата награда. Мария Гьоперт-Майер, която открила слоестия модел на атомното ядро, работела десетилетия като доброволка в един от най-престижните Североамерикански университети. Когато Барбара Мак Клинтон била избрана за президент на Американското генетично дружество, тя изоставила за известно време науката, защото не можела да получи университетска работа.

Гертруд Елиън прекарала почти десетилетие, учейки за секретарка и работейки временно странична работа, преди да заеме длъжност на химик-изследовател. Така тя помогнала да се развие нова насока в производството на лекарства: открива смесите, които правят възможна трансплантацията на органи, лекува детската левкемия и се бори със страничните ефекти при лечението на рака. Нейната работа става основа за откриването на AZT, лекарство против СПИН.

Дори най-успешите жени-учени срещали насмешка и враждебност. Розалин Франклин - осмяна като Роза в бестселъра на Джеймс Уотсън "Двойната спирала" - била лидер; но Уотсън и Франсиз Крик използвали нейните експериментални резултати без нейно знание и позволение, за да обяснят молекулярната структура на ДНК. След смъртта ѝ те печелят Нобеловата награда.

Ирен Жолио-Кюри - дъщерята на Мария Кюри, била млада героиня по време на I-та световна война. Въпреки, че спечелила Нобеловата награда за откриването на изкуствената радиоактивност, американската преса я охулва за подкрепата ѝ към Съветския съюз след Втората световна война.

Ако някоя жена създавала дълговременно научно партньорство с мъж, научната общност предрешавала, че той е мозъкът на екипа, а тя е мускулатурата. Учените-медици твърдели, че сътрудникът на Розалин Ялоу бил творческата сила на нейното откритие за радиоимунна чистота - един феноменално чувствителен тест, който революционизирал ендокринологията и лечението на хормонален дисбаланс като диабета. Когато партньорът ѝ починал, Ялоу трябвало да гради репутацията си отново.

Освен професионалната дискриминация тези жени понасяли и своя дял от расистка и религиозна дискриминация, а така също мизерията, войната, тежки оскърбления, физически спънки и болести. Мария Кюри, Ирен-Жолио Кюри, Дороти Ходжкин и Герти Кори работели десетилетия независимо от опасностите за здравето и дори за живота им. Втората световна война разбила кариерата на Лизе Майтнер. Рита Леви-Монталчини започва изследванията си в своята спалня, скрита от нацистите. Гертруд Елиън извървява своя път в училище по време на Депресията и го завършва без

докторат. Чъншун У, физичка-експериментаторка, която преобърна фундаменталния закон за четността, не можа да получи научна работа по време на Втората световна война поради дискриминацията срещу азиатците, въпреки че нейната страна беше съюзник на САЩ. Джослин Бел Бърнел, която открила пулсарите като аспирантка, по-късно трябвало да работи на половин работен ден и да гледа семейство.

Пред лицето на всички тези препятствия, какво е поддържало тези жени? Какво ги е спирало да отстъпят, както са го правили много други жени-учени?

Първо, те са обожавали науката. Те тържествували, защото прекарвали времето си чудесно. Техните хобита се простирали от музиката до планинското катерене, книгите, кулинарията, църквата и гледането на деца. Но науката осветявала техния живот. Думи като “удоволствие”, “радост” и “удовлетворение” не присъстват в тяхната реч. Те оцелели в науката, защото били страстно мотивирани и влюбени в работата си.

Науката ги вълнувала, защото те правели най-важните научни проби на XX век. Две от най-великите интелектуални достижения на века се изразяват в еволюционната теория и в атомната и субатомна физика. Тези жени помогнали да се обясни как индивидуалните характеристики на организмите са предавани през поколенията и как се държат атомите и техните съставни частици. Те откриват нови области в математиката, биологията, химията, астрономията, физиката и медицината.

Преди да избяга от нацистка Германия в САЩ, Еми Ньотер създава абстрактната алгебра - важна нова област на математиката, позната в нейната елементарна училищна версия като “Новата математика”. Барбара Мак Клинтон, още като съвсем млада жена, прави няколко революционни открития в генетиката, въпреки че молекулярните биолози отхвърлят нейното откритие за преносимите генетични елементи в продължение на десетилетия. Дороти Ходжкин - английска физико-химичка, първа използва молекулярната структура за обяснение на биологични функции чрез дешифриране на атомната структура на пеницилина, витамин В₁₂ и инсулина.

Мария Кюри, носител на две Нобелови награди, обръща вниманието на учените върху радиоактивността - ключ към атомното ядро и открива радия, първата истинска надежда в лечението на рака. Лизе Майтнер, официално уволнена след бягството ѝ от нацистите, дешифрира експеримента на века с обяснението, че атомното ядро може да се дели и да освобождава огромно количество енергия. За проекта - предложен и обяснен от нея, Нобеловата награда получава германският ѝ партньор.

Много важна е била поддръжката на отзивчиви родители и роднини.

Всички тези жени, с изключение на Розалин Ялоу, произхождат от семейства на професионалисти в някаква област: бащите им били архитекти, инженери, лекари, зъболекари, адвокати и университетски професори. Бащата на Ялоу притежавал малък магазин за хартия и канап в един от емигрантските квартали на Ню Йорк. Бащата на Еми Ньотер, от друга страна, бил забележителен математик, който развивал таланта на дъщеря си. Бащата на Мария Гьопер-Майер я насърчавал в кариерата ѝ; тя искала да стане професор 7-мо поколение в семейството. Бащата на Чъншун У бил изтъкнат феминист в Китай. Дороти Ходжкин и Розалин Франклин получавали финансова помощ от майките и лелите си. Мария Кюри и сестра ѝ съставят договор да се поддържат взаимно, докато завършат университета; на свой ред по-късно Мария помага

на дъщеря си Ирен. Като контраст, бащите на Леви-Монталчини и Розалин Франклин яростно се противопоставяли на стремежите на дъщерите си. В семейството на Барбара Мак Клинтон майка ѝ била тази, която не одобрявала професурата за жени.

Решаващи били религиозните ценности, подчертаващи ролята на образованието.

Джослин Бел Бърнел била член на обществото на приятелите “квакер” - малко християнско пацифистко вероизповедание, от което произлязъл непропорционално голям брой световно известни учени. Половината от жените имали еврейски произход. Еврейската склонност към знанието и абстрактното мислене е помогнало както на мъжете, така и на жените в науката. Евреите съставляват едва 3 % от населението на САЩ, но те наброяват приблизително 27 % от нобелистите, израснали в САЩ. Да бъдеш еврейка било изключително полезно за жените. От трите носителки на Нобелова награда, родени и получили образование в САЩ, 2 са еврейки. В противоположност, католическа и протестантска Америка е дала само 1 жена Нобелов лауреат в науката - Барбара Мак Клинтон.

Зад много от тези успели жени е стоял един мъж. Повече от половината жени били омъжени и отгледали деца. С едно само изключение всички съпрузи подкрепяли своите жени-учени понякога със значителна саможертва. Пиер Кюри и Карл Кори отказали престижна работа във водещи лаборатории, за да продължи кариерата на съпругите им. У и нейният съпруг имали брак по интереси. Трима бележити учени-физици насърчавали генерация жени-англичанки в кристалографията, в т.ч. Дороти Ходжкин. Великият математик Давид Хилберт бил покровител на Еми Нютер. Йозеф Майер може да е бил повече феминист от съпругата си Мария Гюперт Майер. Научното сътрудничество на Гертруд Елиън с Джордж Хичингс продължило десетилетия, както направила и Ялоу със Соломон Берсон. За нещастие на Джослин Бел Бърнел, ръководителят на нейната дисертация не станал неин покровител и тя не получила професионална подкрепа.

Важността на институционалната поддръжка за жените учени е подчертана от забележителен факт: две висши училища претендират за мнозинство сред американските учени, получили Нобеловата награда. От 6 американки, носителки на наградата, четири са свързани или с Хънтър Колидж в Ню Йорк сити или с университета “Вашингтон” в Сейнт Луис. Гертруд Елиън и Розалин Ялоу били пред завършване на Хънтър Колидж по време на славата му като свободен общински колеж за най-умните жени от Ню Йорк. Гerti Кори и Рита Леви-Монталчини спечелили Нобеловата награда за изследвания, провеждани във Вашингтонския университет в Сейнт Луис, Мисури. По това време университетът бил подчертано либерален в своето отношение към работещите жени. Колко повече жени можеха да успеят, ако се радваха на такава подкрепа! Девическите училища играели същата роля. Барбара Мак Клинтон е единствената в тази група, която никога не е посещавала девическо училище.

На последно място, жизнено важни били добрият шанс и подходящото време. Пионери като Мария Кюри, Лизе Майтнер, Еми Нютер работели точно по времето, когато Европейските университети отворили вратите си за жени. Повечето жени - осем от 14-те - били родени в рамките на 15 години една от друга. 11 от 14-те били родени в рамките на една генерация от 1896 до 1921 г. Техните години на формиране съвпадат с първото женско движение, когато кампаниите за избирано право разпалват Северна Америка и Европа; с I-та световна война, когато жените превзели мъжките професии и

през 20-те години, когато социалната принуда над женското поведение става по-умерена. Четири от жените поемат работата, овакантена от мъжете по време на II-та световна война. Дали второто женско движение от 60-те - 70-те години има подобен ефект върху Нобеловите награди?

Представянето на огромните проблеми, с които са се сблъскали, и важността на откритията, които са направили, ни изправя пред истинския въпрос за тези жени: това не е “Защо са толкова малко?”. По-добрият въпрос е “Защо са толкова много?”.

Чъншун У отбелязва за жените - физици: “Никога преди толкова малко личности при такива тежки обстоятелства не са допринасяли толкова много.”

Превод: **Мария Кирчева**

* Предговор към книгата "Nobel Prize Women in Science", Sharon Bertsch McGrayne.

Редколегията на "Светът на физиката" благодари на г-жа Ани Ганчева - Гелей и на ст.н.с. Светла Дренска за предоставяне на книгата. В четирите книжки на този том на списанието публикуваме последователно биографиите на Лизе Майтнер (тук), Мария-Гьоперт-Майер, Розалин Франклин и Джослин Бел Бърнел.

АЙНЩАЙН - ГЕНИАЛЕН И В ДОМАШНАТА ТИРАНИЯ

Алберт Айнщайн е бил гений. Но и мъж. Доказват го четиристотинте и тридесет писма, които е изпратил на първата си жена. Ето едно ужасно, достойно за математик, писмо.

А. Ще правиш следното: 1. Дрехите и бельото ми да са в ред. 2. Да ми бъде сервирано редовно три пъти дневно храна в стаята. 3. Стаята ми и бюрото ми да бъдат винаги подредени.

Б. Ще се откажеш от всякакви лични отношения с мен, освен когато това е необходимо за запазване на общественото благоприличие. И най-вече няма да искаш от мен: 1. Да сядам до теб у дома. 2. Да излизам с теб.

В. Ще обещаеш недвусмислено да спазваш следните точки при всеки контакт с мен: 1. Ще ми отговаряш веднага, когато те попитам нещо. 2. Ще излизащ незабавно и непрекословно от стаята ми, когато поискам.

2001 - СВЕТОВНА ГОДИНА НА ЖЕНИТЕ-УЧЕНИ

ЛИЗЕ МАЙТНЕР

7 ноември 1878 г. - 27 октомври 1968 г.



Минавайки през самостоятелния си вход, Лизе Майтнер влиза в лабораторията-мазе и ... остава там. Предишната дърводелска работилница е единственото помещение в Берлинския химически институт, където ѝ било разрешено да влиза. Никакви жени, с изключение на чистачките, не били допускани горе при мъжете. Забранено ѝ било да ползва дори стая за почивка в химическото крило и тя трябвало да използва услугите на близкия хотел.

В продължение на 2 години, от 1907 г. до 1909 г., Майтнер правела радиационни опити в мазето, внимавайки никога да не я видят горе. Естествено скромна и сдържана, тя понякога отчаяно се нуждаела да чуе лекция по химия и се промъквала в аудиторията зад банките, за да слуша.

Години по-късно Лизе Майтнер става директор на Център по радиационна физика в Берлин. Тя го ръководи 20 години, създавайки една от славните епохи на физиката през 20-те и 30-те години. По-късно, когато бяга от нацистките изстъпления, тя напуска Германия нелегално и живее в изгнаничество. На 60-годишна възраст разшифрова експеримента на века, като обяснява невероятното - че атомното ядро може да се дели и да освобождава огромно количество енергия. За важния експеримент, проведен и доказан от нея, Нобелова награда получава германският ѝ партньор.

Лизе е родена през 1878 г. и е третото от осем деца в надарено и либерално виенско семейство. Бабата и дядото били евреи, но нейният баща - адвокатът Филип Майтнер - бил агностик. Той насърчавал осемте си деца да учат наука и две от дъщерите му и единият син получили университетска степен. Майката на Лизе - Хедвиг Сковран Майтнер била талантива пианистка, която преподавала на децата си музика. Най-голямата сестра на Лизе става концертираща пианистка и композиторка. Музиката и физиката стават двете големи страсти на Лизе.

Като дете веднъж Лизе забелязала хубава, блестяща локва вода с много масло в нея. Защо локвата е изпълнена с цветове - запитала тя. Отговорът я поразил: тя не си представяла, че за природата могат да се научат толкова прекрасни неща. Била убедена, че ако работи достатъчно упорито, ще може да разбира нейните закони. По-късно, като мечтателна девойка, Лизе винаги си пожелава за бъдещето: “Животът не трябва да е лесен, важното е единствено да не е празен.” Това желание се сбъднало многократно.

Девет години Майтнер се борила да получи образование. Тя наричала годините от 1892 до 1901 “загубени” и вярвала, че те ѝ осакатили живота. Виенската система за образование предвиждала крайната възраст за момичета да е 14 години. Дотогава тя научила много по математика, френски, религия и педагогика, което било достатъчно, за да поддържа домакинство, да отглежда деца и да очарова съпруга си при разговор. Според австрийския закон това било достатъчно за момиче. Жените били ограничавани от училища, които подготвяли момчета за университета. Открила, че дори учените се противопоставяли на образованието на жените. Тя била особено раздразнена от един прочут физиолог, който написал популярна книга под заглавие “Физиологичното слабоумие на жената”, а също и от изтъкнат лекар, който се кълнял, че феминистите разрушават семейството. По времето, когато допуснали момичета във виенските академични гимназии през 1899 г., било твърде късно за Майтнер.

Когато Майтнер не проявила никакъв интерес към брака, нейният обезпокоен баща я попитал как ще се издържа без съпруг. Лиза отговорила, че иска да учи физика. Рентгеновите лъчи и радиоактивността били открити съответно през 1895 г. и 1896 г., а тя винаги се интересувала от математика и наука. Нейната мечта трябва да е изглеждала патетично непрактична. Фактически работа за физици от женски пол нямало. Промислеността не ги наемала, университетите считали физиката за мъртъв предмет. В Германия президентът на националното бюро по стандарти заявил “Нищо повече не може да се направи във физиката, освен да се произвеждат по-добри инструменти”. В цяла Унгария, например, имало само трима или четирима професори по физика. Няколкото съществуващи работни места едва ли биха били дадени на жена. Както обяснява нобеловият лауреат - физикът Джеймс Франк “Всеки, който е влязъл във физиката по това време, го е направил, защото е трябвало ... защото е почувствал, че няма да бъде щастлив по друг начин”.

За да се увери, че Лизе може да се издържа, баща ѝ настоявал тя да получи свидетелство за преподаване на френски след 3-годишно обучение в девическо училище. Само след това щял да ѝ наеме частен учител, за да я подготви за встъпителните изпити в университета. Тогава Лизе Майтнер била на 21 години. За две години Майтнер завършва 8-годишна учебна работа, като за тях преминала предвиденото за 8 години по латински и за 6 по гръцки. Когато се спирала да почине, по-малките ѝ братя и сестри я дразнели: “Лизе, ще се провалиш. Ти само се разхождаш из стаята, без да учиш!”. За късмет нейният учител имал дарбата да я стимулира изключително в математиката и физиката. Той дори показвал на студентите си истинска лаборатория по физика; повечето учители преподавали само чрез диаграми за експерименталната апаратура. Когато Лизе видяла лабораторията, тя била изумена. Част от оборудването изглеждало много различно от това, което си представяла.

От 14-те жени, които се явили на встъпителните изпити за университета, само 4 го издържали. Майтнер била една от тях. Австрия била отворила наскоро университетите си за жени и Майтнер постъпила във Виенския през 1901 г., само няколко месеца след 23-ия си рожден ден. Свършили “загубените години”.

Разпространено мнение за студентките било, че са чудачки, а Майтнер е изключително скромна, но музиката и нейният професор по теоретична физика ѝ поддържали духа. Най-евтините места във Виенската опера, високо под тавана, били нейната представа за “музикален рай”. Тя обичала да се вгълби изцяло в представлението. Професор Лудвиг Болцман бил другото ѝ спасение. Часът по теория се провеждал в една порутена постройка, която ѝ напомняла на кокошарник. “Ако тук избухне пожар само няколко от нас ще излязат живи” мислела си тя. Болцман бил емоционален, ентусиазиран лектор, който говорел за науката по свой собствен начин. Болцман бил човекът, който представил на Майтнер физиката като последна битка за истината. През 1905 г. тя станала втората жена с докторат по физика във Виена; нейната дисертация била посветена на проводимост в нехомогенни вещества.

За да е сигурна, че може финансово да се издържа като учител, през следващата година, Майтнер преживявала като практикуващ учител в девическа гимназия. В свободното си време тя учела допълнително физика в университета. Въодушевена от вестникарските коментари за откриването на радия от семейство Кюри през 1898 г., тя започнала да изследва радиоактивността.

Откриването на естествената радиоактивност и спонтанното преминаване на радия в полоний, а след това в олово дава на учените първото доказателство, че атомът на един елемент може да се дели и да се получат атоми на друг елемент. Дотогава физиците мислели за атома, по думите на Майтнер, като за “твърди неделими малки бучки”. Учените можели да отделят няколко външни електрона от атомите, но никой и не мечтаел за разбиване на сърцето на атома, на самото ядро. Без да има конкретни планове за специализация в тази област, тя написва 2 публикации за 2 години. Често се казва, че физиците вършат най-добрата си работа на младини, но Майтнер не е започнала да изучава радиоактивността, преди да стане на 27 години.

Голям брой физички се специализирали в радиоактивността. Освен Майтнер и Мария Кюри, това са Елен Гледич в Осло, Елизабет Рона и Берта Карлик във Виена, Ирен-Жолио Кюри в Париж и Маргьорит Пери в Париж и Страсбург.* В началото на 30-те години радиоактивността била периферен проблем на физиката и жените не срещали

особена конкуренция от мъжете-физици. През 1932 г., когато откриването на неутрона направило атомното ядро най-вълнуващото поле във физиката, тези жени се проявили като експерти.

Като своя първа разработка след доктората във Виена, Майтнер предлага един извънредно прост, но остроумен метод за представяне как потокът алфа-частици на естествено радиоактивните тела леко се изкривява при преминаване през веществото. Тя извършва експеримента с радий, предоставен на университета от Мария и Пиер Кюри като благодарност за подарения от Австро-Унгария уранов окис. (Ърнест Ръдърфорд и Ханс Гайгер извършват подобни измервания в Манчестър почти по същото време, докато подготвят златния си експеримент от 1909 г., който доказва, че атомът има ядро.) Въпреки, че Майтнер започва сама работата, тя била на пътя на важно откритие. На нея се дължи също обяснението на оптичен експеримент, проведен от Джон У. Стрът, лорд Рейли - англичанин, който спечелва четвъртата Нобелова награда за физика и прави няколко предвиждания въз основа на своя експеримент.

С тези успехи зад гърба се Майтнер се почувствала достатъчно смела да помоли родителите си да ѝ разрешат да продължи учението си в чужбина. Въпреки че първоначално избраната от нея Мария Кюри ѝ отказала, Макс Планк се съгласил да я приеме в университета в Берлин. Пруските университети все още не предоставяли кредити на жени за достигане на степен, но на нея ѝ разрешили да слуша лекции. Развълнуван от смелостта ѝ, баща ѝ се съгласил да ѝ даде скромна издръжка. Тя напуска дома си на 29 години, надявайки се да отсъства само няколко семестъра. Остава в Берлин 31 години.

Майтнер винаги вярвала, че Германия я е спасила от научна “забравя” в Австрия. От средата на 19 век до идването на власт на нацистите през 1933 г. Германия била научният център на света. Страната се превърнала от беден и изоставаш район във велика, технически напреднала сила чрез инвестиране в университети и технически училища. Нейната умела и образована работна сила била единственият естествен ресурс. Берлин имал прочути Нобелови лауреати - физиците Макс Планк, Алберт Айнщайн и Макс фон Лауе. Благодарение на предвидливостта на Планк, берлинските физици приели съществуването на атоми и специалната теория на относителността на Айнщайн много преди учените където и да е другаде.

Когато Майтнер пристига в Берлин през 1907 г., тя се представя на Планк. Той покровителствено я попитал: “Но вие вече сте доктор! Какво повече искате?”. “Бих искала да постигна някакво истинско разбиране за физиката” - отговорила тя.

За нея било очевидно, че Планк не одобрява жени-студентки. В отговор на допитване през 1897 г. Планк съобщава, че е допуснал няколко жени да слушат курсовете му и имал само отличен опит ... От друга страна, той се придържал към факта, че такива случаи трябвало винаги да се приемат като изключения. Главното е, че не можело със сигурност да се твърди доколко самата природа е предопредила функцията на жена и домакия, и че законите на природата не могат да бъдат игнорирани при всякакви обстоятелства без съдбоносна опасност - което в случай на обсъждане би трябвало специално да се прояви в следващото поколение. Въпреки че Планк нямал огъня и драматизма на Болцман, Майтнер била изключително впечатлена от неговата квантова теория. Планк предположил, че всеки атом получава и отдава енергия на отделни порции, които той нарекъл “кванти”. Тя мислела, че теорията ѝ предлага големи

възможности за разбиране природата на материята. Веднъж опознала Планк, тя го ценяла. Според нея той “имал рядка честност на ума и бил почти наивно праволинеен”. Бил такъв удивителен човек, че когато влизал в една стая, въздухът в нея като че ли ставал по-добър.

Тъй като лекциите на Планк не ангажирали достатъчно Майтнер, тя търсела лаборатория, където можела да прави експерименти. По същото време Отто Хан, млад немски химик, работещ върху радиоактивността с Ърнест Ръдърфорд, търсел физик за сътрудник. Хан бил естествен и изключително очарователен. Хората, които се срещали с него, само за няколко минути започвали да се чувстват сякаш го познавали от години. Той особено се радвал на компанията на привлекателни жени. Майтнер веднага осъзнала, че независимо от стеснителността си, тя не трябва да се колебае да му задава всички въпроси, които я интересуват. За нейно нещастие Хан работел в Химическия институт на проф. Емил Фишер, а той не допускал жени в сградата. Едва след като Ръдърфорд препоръчва Хан, Фишер позволил на Майтнер да работи в неговия институт, но при условие, че тя ще остане в приспособената дърводелска работилница в приземието и никога няма да влиза в която и да е част на сградата, използвана от мъже (с което тя се съгласила). Въпреки че изследвала радиоактивността до края на живота си, тя не останала за дълго в приземието.



Най-голям проблем за Майтнер не било криенето в аудиториите или работата във влажни мазета. Нейните оплаквания били, че не можела да изучи радиохимията, без да наблюдава опитите на Хан, които той извършвал горе с мъжете. Независимо от проблемите, през първата година на тяхното сътрудничество те публикували три статии; само след година били подготвени още шест. През 1908 г., когато Прусия отворила университетите си за жени, Фишер допуснал Майтнер в останалите помещения на сградата и инсталирал тоалетна за нея. В края на краищата той става един от най-големите ѝ поддръжници. Други били повече предубедени. Когато Майтнер и Хан вървели заедно по улицата, младият асистент на Фишер поздравявал благоприлично само с “Добър ден господин Хан”, умишлено пренебрегвайки Майтнер.

Редакторът на една енциклопедия харесал нейна статия толкова много, че помолил “г-н Майтнер” да напише повече. Когато научил, че “той” всъщност е “г-ца Майтнер” написал в отговор, че и на сън не би публикувал нещо, написано от жена.

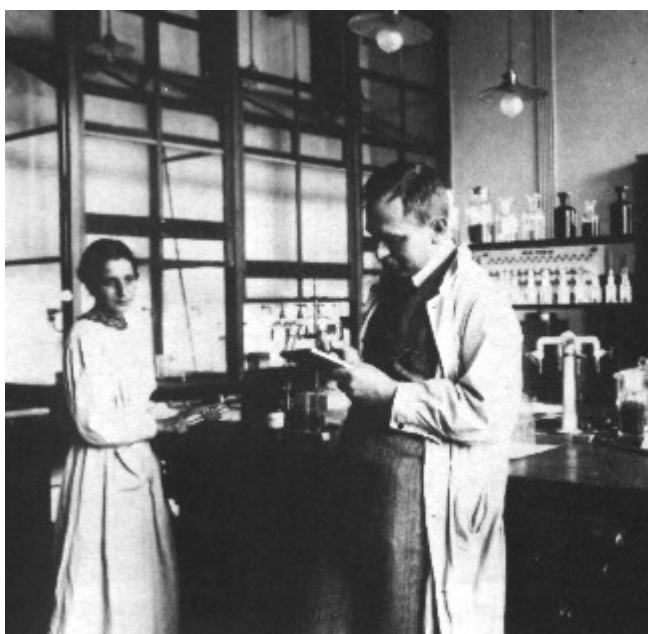
Майтнер и Хан били противоположности. Тя била слабичка и доста нисичка. Той бил с една глава по-висок и едър. Тя – свенлива, той - открит. Тя имала деликатен, изтънчен ум, докато той бил шегобиец. Той обичал да си подсвирква последната част от Бетовеновия концерт за цигулка с допълнително синкопиране. Ако му зададели въпрос, той отговарял невинно “А не става ли така?”. Те и двамата били добри разказвачи, но Хан разказвал анекдоти по всяко време и навсякъде, а Майтнер се отпускала само пред близки приятели. “Хан” на немски означава петел и неговите разкази били наричани “коктейли”.** Той харесвал хубави млади жени и им правел старателно комплименти. Не бил антисемит и по-късно не одобрявал нацизма, но бил консервативен и националист. Неговият идол бил Кайзер Вилхелм. Не бил и феминист.

В полето на науката те също били противоположности. Хан имал интуиция и често вършел нещата, без да знае точно и аргументирано защо; той просто имал чувство, че някога те могат да бъдат полезни. Майтнер била задълбочен, критичен мислител, който систематично търсел причините и винаги питал защо. Хан искал да открие и изучи нови елементи; Майтнер искала да разбере тяхната радиация. Като сътрудници те работели без ръкавици, за да работят бързо, преди радиоактивните им материали да се разпаднат. Въпреки че и двамата имали малки изгаряния на пръстите, които отнемали седмици, за да зараснат, те избегнали сериозни наранявания. Химическият факултет не разполагал с магнити; затова те подготвяли сами радиоактивни проби, а Майтнер запомнила как препускали “като изстреляни от пистолет” един километър нагоре по улицата до физическия институт. Хан често прекарвал по много часове ежедневно, в продължение на цели месеци, приготвяйки химически чисти източници за нейните облъчвания, докато Майтнер правела за него досадните изчисления. За разнообразяване на отегчителните часове те пеели заедно немски народни песни и любимите на Майтнер песни на Брамс.

Тя не била съвсем равностоеен член на екипа. Работейки самостоятелно, Майтнер открива, че радиоактивният торий се разпада до вещество, наречено от нея “торий D”. Един изтъкнат професор я посъветвал да публикува сама резултатите и Хан се съгласил. Но тя представила работата като съвместна. “Той е много по-известен от мен. Нямаше зла умисъл, беше необмислено”, обяснила по-късно тя. Когато Ърнест Ръдърфорд дошъл на посещение, Хан го завел до дърводелската работилница на Майтнер, за да ги запознае. Ръдърфорд бил изненадан. “О, аз мислех, че вие сте мъж!”, заявил той. Докато мъжете си говорили за радиоактивността, се очаквало Майтнер да придружи мисис Ръдърфорд на коледния пазар. Майтнер никога не показала как се е почувствала, освен отзива ѝ за г-жа Ръдърфорд: “Тя очакваше всеки в Берлин да говори английски”. Въпреки че Ръдърфорд бил склонен да игнорира приноса на Майтнер в този екип, Хан настоявал, че тя има пълен академичен и научен принос в съвместната им работа. Без неговата по-нататъшна подкрепа и приятелско насърчаване през ранните ѝ години като учен, тя нямало да успее. На колоквиумите обаче Хан четял нейните доклади. Като все още неподготвен лектор Майтнер искала той да представи тяхната работа пред обществото. Те били на еднаква възраст, но Майтнер била свенлива и затворена и с цяло десетилетие след Хан по опит. Тя работела без заплащане като начинаещ учен, а той бил професор.

Приятелките ѝ често се чудели защо Хан и Майтнер не са се оженили. Когато я питали, Майтнер отговаряла любезно: “О, мила моя, аз просто няхах достатъчно време за това”. Имало и други причини. “Лизе не беше от типа жени, за които Хан би се оженил”, - отбелязал проф. Гюнтер Херман от Университета в Майнц, който познавал Хан. Много учени, които били зле платени, се опитвали да се оженят за богата жена, за да използват нейните пари за изследвания. Хан не бил богат и наистина се оженил за красива и богата аристократка. Единствено някои заможни мъже искали за съпруги жени-учени. Майтнер също разбрала, че тяхната връзка си остава своеобразно благоприлична. През първите 10 години на близко приятелство тя го наричала “господин Хан”. Както той обяснил: “Не ставаше и въпрос за някакви по-близки отношения между нас извън лабораторията. Лизе Майтнер имаше стриктно дамско поведение и беше много сдържана, дори срамежлива. Почти всеки ден обядвах с моя колега Франц Фишер и излизях на кафе с него в сряда, но за толкова много години аз никога не съм се хранил с Лизе освен при официални случаи. Нито някога сме излизали на разходка заедно. Освен физическите колоквиуми, които посещавахме, ние се срещахме само в дърводелската работилница. Там обикновено работехме почти до 8 ч. вечерта ... Един от нас трябваше да излезе, за да купи салам и сирене преди магазините да затворят в този час. Никога не сме яли студената си вечеря заедно там. Лизе Майтнер си отиваше у дома сама, също и аз. А тогава бяхме наистина много близки приятели”.

Майтнер работила в мазето 5 години. Тогава немската индустрия основала първия от няколкото богато обезпечени научно-изследователски института на името на Кайзер Вилхелм. След Втората световна война те били финансирани от правителството и преименувани на името на Макс Планк. Благодарение на влиянието на Емил Фишер, през 1912 г. Хан и Майтнер се преместили в департамента по радио-химия на новия Химически институт в предградията на Берлин. Там властните индустриалци, които помагали за финансирането на института, предпазили Майтнер от по-нататъшна дискриминация, на каквата била подложена Еми Ньотер в поддържания от правителството университет.



С Отто Хан в лабораторията на Института по химия “Кайзер Вилхелм”, 1913 г.

През същата година Майтнер направила голямо прекъсване, защото нейният стар приятел Макс Планк ѝ осигурил асистентско място. Дотогава тя била само гост-изследовател в Берлин без заплащане. Като първа жена-учен и асистент в Прусия, обаче, тя спечелила малка стипендия за оформяне на дипломните работи на студентите и организиране на семинарите на Планк. Постът бил изключително престижен и укротил много от пресилените предразсъдъци срещу нея, а също така укрепил и нейното самочувствие. За нещастие, след смъртта на баща ѝ през 1911 г. тя не получавала издръжка, а асистентството се заплащало толкова слабо, че тя често имала за ядене само черен хляб и кафе. За късмет, тя се хранела съвсем икономично, почти вегетариански. Когато Майтнер получила предложение от Пражкия университет за професор по съвместителство, с възможност по-късно и за професура, обществото “Кайзер Вилхелм” най-после решило да ѝ плаща заплатата.

По време на Първата световна война Майтнер прекарала 2 години като рентгеноложка - медицинска сестра в Австрийска военна болница на фронта, подобно на Мария и Ирен Жолио-Кюри във Франция. Хан вече бил мобилизиран за изследванията с отровни газове. По време на отпуските им Майтнер работела над комплексния проект, започнат от нея и Хан преди войната - за систематично търсене на елемента, от който се получавал актиният. През 1917 г. Майтнер била шеф на собствено радиофизично отделение към Института; за първи път тя печелела достатъчно, за да си наеме апартамент.

Любопитно е, че двете най-прочути открития на Майтнер - протактиният и обяснението на деленето – са осъществени с Отто Хан, докато единият от тях е бил в чужбина във военно време. И в двата случая техният собствен принос е документиран чрез писма. Две независими изследвания върху проекта за протактиния - едното в САЩ, а другото в Германия - заключават, че Майтнер е извършила повечето работа. Хан допринесъл с важни съвети по химичната процедура. Въпреки това като първи автор бил записван Хан, което свидетелствало за преобладаващата му отговорност за работата. Тяхната основна дейност може да бъде разделена, като на Хан се отдели първенство в химическите статии, а на Майтнер - първо място за физичните статии, независимо от техния съответен принос. Но в случая с деленето на ядрата историята по време и след Втората световна война ще бъде различна.

Привлекателен кръг от физика, приятелство и музика израства около Майтнер през 20-те и ранните 30 години и укрепва нейното самочувствие. Тя е била откъсната от повечето мъже и жени от образованието и предразсъдъците им, затова особено е ценяла своите приятели-физици. Те били най-великите световни физици: Макс Планк, Алберт Айнщайн, Джеймс Франк, Нилс Бор, Макс Борн, Ервин Шрьодингер, Макс фон Лауе и др. Сред тях само няколко жени били нейни приятелки като г-жа Планк и Елизабет Шийман (физиология на растенията). Те били изключително приятни за познанство хора, по думите на самата Майтнер. “Всеки беше готов да помогне на другия, всеки приветстваше успеха на другия. Вие разбирате какво означаваше за мен да бъда приета по такъв приятелски начин в този кръг”.

Първият път, когато се среща с големия датски физик-теоретик Нилс Бор, те разговарят за всичко под слънцето, независимо дали е тъжно или весело”. Години по-късно тя можела все още да извиква “магията” на онзи ден. Тя приемала Бор като най-влиятелния учен сред две поколения физици. Но тъй като често бил труден за разбиране, тя и няколко други млади физици го поканили в нейния институт през 1920 г. на открита конференция без участието на “важните”. Това били старите професори, чието присъствие съдържало въпросите на младите. На 42 годишна възраст Майтнер била все още “младши” учен. Всеки старши професор трябвало да бъде посетен и лично информиран защо не е бил поканен да разговаря с Бор. След края на Първата световна война храната в Германия била оскъдна и за щастие един от старшите се сетил да попита: “Но на мен разрешено ли ми е да ви покана на вечеря след дискусията?” - “О, това е нещо друго”, - отговаряли младите.

Майтнер имала дарбата да създава и запазва приятелства. Според прочут афоризъм през Първата световна война германците смятали, че “ситуацията е сериозна, но не безнадеждна”. От своя страна, виенчани се отнасяли към ситуацията като “безнадеждна, но не сериозна”. Майтнер имала този вид чар - приятелски, любезен, но не личен и умеела да облекчава тежките проблеми на живота. Тя била много обичана и уважавана от физическата общност. Емилио Сегре я наричал “нежната Лизе”. Тя се интересувала от всичко. Наслаждавала се на добрата шега и не се обиждала от шегите. Нилс Бор харесвал шеговити истории за велики физици, а Майтнер винаги сядала на първия ред с другите велики, като се смеела и забавлявала. Един следобед, когато Майтнер и Хан пиели чай, в нейната лаборатория се втурнал нобеловият лауреат Густав Херц. Отказвайки чая, той заявил: “Писнало ми е от тази напитка. Дайте ми алкохол”. Когато един студент му подал бутилка 100-процентов алкохол от рафта, Майтнер се стъписала и извикала: “Но, Херц, ти не можеш да пиеш това! То е чиста отрова”. Без да ѝ обръща внимание Херц си налял пълна чаша и я изпил до дъно. Той предварително бил нагласил със студента да напълни бутилката с вода.

Музиката играела важна роля в приятелствата на Майтнер. Институтът имал хор, а тя и приятелите ѝ се срещали на редовни музикални вечери в домовете на Планк или Франк. Айнщайн свирел на цигулката си, Майтнер учела приятелите си на Брамсовите песни. Тя не била завършен пианист, но насаме свирела на пиано дует с племенника си - физика Ото Робърт Фриш. Тя пък го запознала с Берлинските концерти, Брамсовите симфонии и камерна музика.

След германското отстъпление през Първата световна война Кайзерът бил свален от власт и се установило първото германско републиканско правителство. Въпреки че германските академици не одобрявали Ваймарската република, тя силно подобрила позицията на германските жени. За първи път на Майтнер било позволено да чете лекции в Берлинския университет. Нейната встъпителна реч през 1922 г. била озаглавена “Важността на радиоактивността за космическите процеси”, която в един вестник била представена като “козметични процеси”. През 1926 г., на 48 годишна възраст, тя станала първата германка - професор по физика. Успехът на Майтнер е изключително забележителен, като се има предвид, че през 1991 г. жените все още наброяват само 3% от университетските професори в Германия.

Хан и Майтнер били неколkokратно номинирани за Нобелова награда от 1920 г. до 1930 г. По ирония, от тогава те повече не си сътрудничели. През 1920 г., скоро след Първата световна война, те се отказали от научното си сътрудничество. Протактиният

изисквал сътрудничество на физик и химик, но след като веднъж процесите на разпадане били обяснени, те били готови да разработват независими проекти. С финансовата подкрепа на корпорация “Фарбен” Майтнер открила факултет, който си съперничел с Радиевия институт на Кюри в Париж и Кавендишката лаборатория на Ърнест Ръдърфорд в Кеймбридж - тогава най-големият център по експериментална физика в света.



Лизе Майтнер и Отто Хан

След откриването на атомното делене се пуснал слух, че Хан и Майтнер са работели заедно през цялата си кариера. Но през 20-те и 30-те години никой не мислел за тях като за екип. И никой не ги смятал за равни. Майтнер била неоспоримият лидер. “Тя беше един велик физик от златната епоха на физиката. Никога след това радиохимията не е била по-вълнуваща”, отбелязва проф. Петер Брикс от Хайделбергския университет. Гюнтер Херман се съгласява: “Тя беше по-известна от Хан”. Славата на Берлинския институт през 20-те години идваше главно от Майтнер. Репутацията на Хан се дължеше на предишната му работа с нея върху естественото разпадане на радиоактивните вериги и на самата му личност. Тя беше сред номинираните за Нобелова награда всяка година”. Айнщайн я наричал нашата Мадам Кюри и смятал австрийката за по-талантлива от французойката. “Хан и Майтнер бяха големи приятели, но когато говореха, тя го превъзхождаше. За мен тя наистина е голям учен”, добавя Волфганг Паул от университета в Бон, носител на Нобелова награда за 1989 г. и бивш президент на обществото “Макс Планк”. Неговото име се различава само по една буква от това на Паули. И двамата - Паул и Паули били приятели с Майтнер.

Когато Хан и Майтнер били заедно, тя показвала съвсем открито взаимоотношенията им. Свенливостта в държанието ѝ била заменяна с леко покровителствено поведение на по-голяма сестра с обръщението “колега-братко”. Когато той се осмелявал да заговори за физика, тя го прекъсвала “Замълчи Хан, ти не разбираш физиката”. Тази част от взаимоотношенията им никога не се променила. Когато били почти на 80, по време на церемония за награждаване в Майнц, докато се изкачвали по стъпалата тя му прошепнала: “Дръж гърба си изправен Ото. Иначе ще помислят, че сме стари”.

Майтнер ръководела института с малка, но твърда ръка. “Тя не ни притискаше”, казва Паул, спомняйки си 1935 г. “Беше много високо уважавана жена. И не беше стеснителна. Тя беше много силна. Тя управляваше института. Хан беше много любезен и приятен, но не се придържаше стриктно към правилата. Майтнер се държеше на дистанция от подчинените си. Тя беше желязна лейди”.

Всяка сряда Майтнер и около 40 физици от Берлинския научно-изследователски институт се събирали на колоквиум. Първата редица била прочута. Тя се състояла почти изцяло от Нобелови лауреати плюс Майтнер. “Тя напълно принадлежеше към тях”, отзовал се Паул. “Този колоквиум беше най-голямото събитие в моя живот”, заявил нобелистът Джеймс Франк. Ние можехме да разберем как великите мъже от онова време са се борели със своите проблеми. Причината, че много от нас се опитваха да направят нещо с квантовата теория, ни доведе до този колоквиум”. “Всички нови резултати се представяха и дискутираха там”, отбелязва Майтнер. От най-първите години на престоя ми в Берлин аз помня лекциите по астрономия, физика, химия ... Беше нещо изключително да си участник в търсенето на пътя към знанието и учението”. Тя разказва: “Развитието на физиката стана магически, музикален акомпанимент в моя живот”. Първият път, когато чула да говори Айнщайн, той обяснил, че енергията е затворена в масата, според неговото прочуто уравнение $E = mc^2$, и че всяка радиация има маса, свързана с нея. Тези два факта били толкова невероятно нови и изненадващи за Майтнер, че тя запомнила всеки детайл от тази лекция за десетилетия.

Докато работела отделно от Хан в лабораторията между двете световни войни, Майтнер проучила почти всички експериментални проблеми в ядрената физика. Тя била винаги на предния фронт в областта. Но имала лошия шанс да избере една загадка, реално неразрешима до 1950-те години, когато новата техника станала достъпна за Ч. У и др. Загадката се отнасяла до потоците електрони, излъчвани от естествено радиоактивните вещества. Как би могъл електронът да бъде изстрелян от радиоактивните ядра с толкова голяма енергия, която преди всичко не би му позволила да съществува в леките ядра? (По-късно станало известно, че електронът в действителност се освобождава в момента на делене). Проблемът бил толкова труден, че приятел на Майтнер го сравнил с новите данъци - по-добре да не ги обсъждаме. Друг рисувал в своя книга по физика пиратския знак (череп и кости) при всяко споменаване на този проблем. С някои от работите си Майтнер полага експерименталните основи за предсказването на неутриното от Волфганг Паули през 1931 г. Австрийският теоретик излага своята теория в писмо до Майтнер и няколко други колеги, обръщайки се с думите “Скъпи радиоактивни Дами и Господа”. Според неговата хипотеза, разцепеното ядро отделя едновременно две частици - един електрон и една лека, едва уловима неутрална частица, наречена по-късно неутрино. Тогава той предизвиква Майтнер да я открие, постижение което е било неизпълнимо до 50-те години.

На върха на кариерата си през 1934 г. Майтнер започва най-великия експеримент на века. 4 години тя се състезавала с Енрико Ферми, Ърнест Ръдърфорд и особено с Ирен Жолио-Кюри. Без сама да съзнава, Майтнер се противопоставила и на Адолф Хитлер. Когато Хитлер дошъл на власт през 1933 г., той започнал да отстранява всички “неарийци” от университетска работа. Отначало Майтнер била запазена. Като австрийка тя била защитена от немските антисемитски закони, а Институтът Кайзер Вилхелм бил контролиран от властни индустриалци, ограничили нацистките изстъпления до границите на лабораторията. И така тя продължавала да работи.

В Рим Ферми бомбардирал тежки елементи с неутрони, като се надявал, че техните ядра ще абсорбират един неутрон и ще се превърнат в по-тежък елемент. Той особено се надявал ядрото на най-тежкия съществуващ елемент - урана - да погълне един неутрон и да се превърне в по-тежък, създаден от човек елемент. Неговите ядрени сблъсъци произвеждали толкова много различни видове радиоактивност, че идентифицирането на елементите било изключително трудно. Независимо от това Ферми предполага, че е открил нови “трансуранови” елементи, по-тежки от урана. Неговото “откритие” накарало ядрените физици и химици да търсят навсякъде нови елементи, по-тежки от урана.

Майтнер била очарована и помолила Хан да се обединят отново. През дванадесетте години, прекарани отделно от нея, Хан бил загубил връзката със съвременната физика. Но Майтнер се нуждаела от експерт-радиохимик, който можел да идентифицира нови и изключително тежки елементи - най-трудно било идентифицирането, когато само няколко атома съществували за кратко за анализ време. През 1934 г., след седмици на убеждаване, Хан се съгласил. Те започнали да бомбардират урана с неутрони; след което изучавали излъчваните от урана частици. Към края на 1937 г. Хан и Майтнер мислели, че са идентифицирали поне 9 различни радиоактивни вещества. От Париж Ирен Жолио-Кюри съобщавала за още. За да помага за идентифицирането на краткотрайните проби, Хан привлякъл един млад химик-аналитик - Фриц Щрасман. Изключително скромен и надарен, Щрасман бил художник в лабораторията. Когато работел, колегите му се събирали да го гледат. В хитлеристка Германия той реално бил безработен, защото отказал да се присъедини към която и да е нацистка организация. По време на войната той и съпругата му подслонили в дома си един евреин, независимо че са имали малко дете. Щрасман бил почетен посмъртно в паметника на Холокоста в Йерусалим.

Две млади жени допълвали екипа. Клара Либер, американка от Сейнт Луис, Мисури, завършила Смит Колидж с бакалавърска степен. Подкрепяна от майка си тя защитила докторат в Лондонския университет. Либер била гостуващ химик в института, по-късно се омъжила и се отказала от науката. Техник на екипа била германката Ирмгард Бон. Петимата заедно формирали най-опитната група в света по изучаване на проблема. Щрасман и Хан ценели Майтнер като интелектуален лидер на екипа. Според Гюнтер Херман, студент и приятел на Щрасман “по всички трудни въпроси и изчисления във физиката Хан се консултираше с Майтнер. Лидерството на Лизе Майтнер през тези 4 години беше очевидно ... Тя реши, че трябва да навлязат в тази област и какво да правят след това”. Тя не само дефинира проблема и излага логическата последователност на действие, но също и поддържа екип до постигането на достоверен отговор.

Най-забележителният аспект на делото им е, че съперническите екипи от Италия, Франция и Германия са разцепили ураниевите атоми на две, предизвиквайки делене в

продължение на четири години, без да осъзнават, че са го извършили. Ферми, Ирен-Жолио Кюри и Майтнер, Хан и Щрасман – всъщност всички те достигнали до делене на урана. Въпреки че нито един от тях не го осъзнавал, те всички мислели, че урановите атоми са абсорбирали неутрони и са преминали в по-тежки елементи, получени чрез човешка намеса, които нарекли “трансуранови”. Как са могли някои от водещите умове в света да направят такава “грешка”? Първо, те не се стремели към деленето, а търсели нещо друго: тежки, трансуранови елементи, т.е. приемат, че когато уранът бъде бомбардиран с неутрони и става радиоактивен, той се променя съвсем незабележимо. Те знаели, че атомът може да се променя постепенно, стъпка по стъпка, от един елемент към друг, загубвайки същевременно един или най-много два протона. Но никой и не мечтаел, че един тласък може да разцепи атома на два приблизително равни атома със средна големина. Затова никой не проверил дали частиците от сблъсъка са средно-големи елементи; очаквайки големи атоми, те търсели такива атоми. Деленето е класически пример за откритие, възникнало където най-малко го очаквали.

Като химик Хан бил поласкан да изучава много нови трансуранови елементи. Племенникът на Майтнер Фриш си спомня: “За Хан беше като някога, когато новите елементи се сипеха като ябълки от разтърсеното дърво.” Физиците като Майтнер били удивени и объркани. Все по-трудно ставало да се обяснят експериментите. И така, Хан и Щрасман докладвали за своите резултати в химически списания, използвайки думи като “не подлежи на коментар ..., няма и съмнение ..., ние сме сигурни ..., повече не се съмняваме ..., няма нужда от по-нататъшна дискусия”. Майтнер от своя страна публикувала във физически списания, че трансурановите елементи са “много трудни за приемане при съществуващите представи за структурата на ядрото ... Може би обяснението трябва да се търси навсякъде”. Загадката била почти решена при няколко близки попадения. При един експеримент, проведен в една късна нощ през 1936 г., Щрасман открил атом, подобен на средния по големина бариев атом. “Сигурен ли сте в своята химия?” - го попитала Майтнер. Щрасман не бил. По категоричен, но приятелски начин Майтнер отхвърлила резултатите му. Ако бяха повторили експеримента, загадката щеше да бъде разрешена много по-скоро и Майтнер щеше да има повече доверие. В Париж Ирен Жолио-Кюри открива частици, които наподобявали средния по големина атом на лантана, но Хан пренебрегнал нейните резултати. Една берлинска химичка, Ида Нодак, предположила логически, че урановите ядра могат да се делят на две средно големи части. Никой не й обърнал внимание. Дали предложението на Нодак не е било отхвърлено като на жена? Едва ли. Сред тези, които го игнорирали, били и Лизе Майтнер, Ирен Жолио-Кюри и Мария Гьоперт-Майер. Дори самата Ида Нодак и съпругът ѝ Валтер не били сигурни в това предположение. Ако бяха, щяха да направят прост експеримент, необходим за доказване на тяхното предположение. То изглеждало толкова немислено, а и научната репутация на семейство Нодак била вече разклатена, тъй като един път вече били “открили” несъществуващ елемент.

Междувременно Майтнер загубила състезанието с Хитлер. Според нацисткия култ към майчинството заниманието на жени с наука било както скандално, така и смешно. В същото време “немските физици” били смятани за превъзхождащи “еврейските”, същото било и отношението към релативистичната теория на Айнщайн и към квантовата теория. Като еврейка на Майтнер било забранено да посещава любимия си колоквиум в сряда, а също да преподава, да посещава конференции, да публикува статии и да чете лекции. Когато Хан говорел за съвместната им работата извън института, той не можел да споменава името на Майтнер. На всичко отгоре, когато за

евреите било по-сигурно да останат незабелязвани, неин асистент станал Карл Фридрих фон Вайцекер - способен физик, чийто баща бил държавен секретар при Хитлер. Забраната на "еврейската физика" прави официалните семинари толкова безинтересни, че друг асистент на Майтнер - бъдещият Нобелов лауреат в молекулярната биология Макс Делбрюк организирал частни срещи в майчината си къща за разговори по физика и биология. Немските учени протестирали само веднъж през годините на нацизма - през 1934 г. - на църковна служба в памет на еврейския химик и Нобелов лауреат Фриц Хабер. Като държавни служители на университетските преподаватели било забранено да я посетят. Хан, който се оттеглил от университета, за да запази независимостта си, прочел паметния адрес. Присъствали Майтнер, Щрасман и Делбрюк. Лично само двама професори почели службата, въпреки че много изпратили жените си да ги заместят.

Като повечето евреи Майтнер искала да остане в Германия. Тя смятала, че е "твърде ценна, за да дразни". Що се отнасяло до служителите на Института тя чувствала "силна солидарност между нас, изградена на взаимното доверие, което направи възможно до продължим да работим необезпокоявани даже и след 1933 г., въпреки че колегите не бяха напълно обединени по политически си възгледи ... Беше нещо изключително при политическите условия на онези дни". И дори повече: нейният стар приятел Макс Планк искал тя да остане в института колкото е възможно по-дълго. През 1935 г. Нилс Бор уредил стипендия за Майтнер от фондация "Рокфелер", за да напусне Германия и да прекара една година в Копенхаген, но по молба на Планк тя я отказала.

Майтнер и Хан често спорели за политиката, защото тя мислела, че той трябвало да заема обществена позиция срещу нацизма. "Докато само ние (евреите) сме тези, които имаме безсънни нощи, а не и вие, нищо добро няма да има в Германия", често му казвала тя. Колкото по-дълго оставала Майтнер в Германия, толкова по-трудно ставало да си намери работа в чужбина. В същото време нараствал натискът да бъде уволнена от института. Хан бил раздвоен. Със служители като еврейката Майтнер и антинациста Хан институтът бил смятан за политически ненадежден. Хан се тревожел, че може да бъде отстранен като директор. Когато немската армия навлязла в Австрия на 12 март 1938 г., положението на Майтнер се преобърнало за една нощ. Австрия не съществувала повече и тя нямала паспорт. Официално тя станала немска гражданка от еврейски произход.

"Еврейката заплашва института ... Трябва да си върви" - предупреждавали Хан нацистите от института. Както той признава по-късно: "Аз си изпуснах нервите и обсъдих оставката на Майтнер с важен политик. В резултат: "Хан каза, че аз повече не трябва да идвам в института" - е записала обидено Майтнер в своя дневник. Няколко дни по-късно политикът си променил мнението, Хан я повикал обратно. Тя била шокирана, че Хан е поставил института и своето положение над нейното оцеляване. Дълбоко в съзнанието си Хан обяснявал: "Аз постоянно мислех, че Лизе трябва да се откаже от длъжността си, защото трябва да разбере как застрашава института".

Президентът на обществото "Кайзер Вилхелм", който силно се възхищавал от Майтнер, помолил министъра на образованието да ѝ разреши да отиде в една от неутралните страни, т.е. Швеция, Дания или Швейцария. Майтнер се бояла, че представянето на нейния случай на вниманието на властите би довело до арестуването ѝ. Затова тя незабелязано се преместила в хотел. Отговорът на министъра бил смразяващ: "Смята се за нежелателно добре известни евреи да пътуват зад граница, където те ще се представят немската наука или където техните имена и съответстващ опит могат дори

да демонстрират вътрешното им отношение против Германия”. След това нейният приятел Макс фон Лауе получил нареждане от канцеларията на началника на секретната полиция Химлер: “Никой завършващ университета, еврейин или с друга националност, не може да напуска Германия. Майтнер да остане в Германия - без работа.”

Нейни приятели в чужбина, не Хан, уредили бягството ѝ в последния момент. Засипвали я с покани от холандски и швейцарски колеги, а също от Бор в Дания, да води семинари и да посещава конференции - всичко, което да ѝ даде официален повод да напусне Германия. Холандските ѝ приятели успели да уредят с тяхното правителство да я пусне без виза и паспорт. Професор Дирк Костер ѝ изпратил телеграма, с която съобщавал, че скоро ще бъде в Берлин и Майтнер разбрала, че трябвало да замине с него. Същата нощ, за да избегне подозрение, тя работила до късно в кабинета, коригирайки записки на млад сътрудник. После, в присъствието на Хан и един приятел, тя бързо опаковала два малки куфара с няколко летни рокли и 10 марки сякаш заминава на почивка. Тя оставила всичките си принадлежности и научна документация. Хан ѝ подарил майчиния си диамантен пръстен в случай на нужда. На 13 юли 1938 г. Майтнер напуска Берлин. Тя била на 59 години и била живяла в Германия 31 години.

Костер се срещнал с нея на Берлинската гара и двамата се качили на влака. На всяка спирка по пътя немската полиция проверявала личните документи. Нацистки военен патрул 10 минути проверявал невалидния ѝ австрийски паспорт, докато Майтнер седяла вцепенена от страх. След това един от офицерите се върнал и ѝ подал паспорта, без да каже дума. Две минути по-късно тя пресякла границата при едно тихо провинциално градче в Холандия. След кратък престой тя се преместила в Дания, където Нилс Бор ѝ предложил пост в Копенхагенския институт. Може би притеснена да не засенчи племенника си Ото Роберт Фриш, който работел там, тя не останала дълго при Бор.

Вместо това тя официално се оттеглила от института “Кайзер Вилхелм” и приела предложението на шведския нобелист по физика Мане Сигбан да работи с него в научния институт по физика в Стокхолм, сега носещ неговото име. Там тя щяла да бъде близо до Берлин, в случай че положението се подобри. Сигбан току що бил построил първия циклотрон в Европа и тя мислела, че ще може да провежда експерименти с него. Майтнер пристигнала в Швеция като “неспокойна, уморена жена с напрегнато изражение, което имат всички бежанци”, казал неин приятел. Ако е знаела какво я чака в Швеция, тя може би е щяла да реши да остане в Копенхаген, защото Швеция била изгнаничество. А изгнаничеството разбило кариерата на Майтнер. По-късно Майтнер съжалявала, че е останала толкова дълго в Берлин. Както писала на Хан “с оставането си аз съм поддържала хитлеризма”. Независимо от това, старият живот ѝ липсвал отчаяно. Швеция била непозната, езикът нов, тя живеела в хотел, а семейството ѝ - в Австрия; Хан бил затруднен да ѝ изпраща книгите и принадлежностите. В Берлин тя била директор на свой собствен департамент, в Стокхолм Сигбан контролирал всичко и се наслаждавал повече на създаването на машини, отколкото на използването им за експерименти. Нейното самочувствие, изградено след десетилетна борба, било разбито. Както писала на Хан през есента на 1938 г.: ”Нямах никакво свое научно оборудване. Това беше много по-трудно за мен от всичко друго. Но аз не съм напълно огорчена - това е само защото не виждам истинска цел в живота си в този момент и съм много самотна ... За работа едва може да се мисли. Няма никакво оборудване за

провеждане на експерименти, а в цялата сграда има само 4 млади физици и много бюрократични работни правила.” Тя обяснява, че Сигбан изобщо не се интересува от ядрена физика, “а и аз доста се съмнявам дали на него му харесва да има редом със себе си една независима личност ... Често се виждам като една навита кукла, която върши нещо автоматично с дружелюбна усмивка, но няма истински живот в нея”. Майтнер винаги отказвала да обсъжда какво става по-нататък. “Това е мое правило” - твърдяла тя. По писмата и лабораторните записки обаче е възможно да се възстанови станалото. Ако за съвременните изследователи партньорство се осъществява и в различни институти с помощта на телефон, факс, компютър и среднощна поща, сътрудничество на големи разстояния било рядкост за 1938 г. Майтнер все още била член на Берлинския екип. Хан бил свикнал да се консултира с нея по всички въпроси на физиката, затова те си пишели всеки ден. Пощата Берлин - Стокхолм се доставяла през нощта. По-късно Щрасман казвал: “Какво значение има дали Лизе Майтнер е участвала пряко в откритието? ... Тя беше интелектуалният лидер на нашия екип и затова беше една от нас, дори и ако на присъстваше на “откриването на деленето”. Хан и Щрасман, които били прочели последните доклади на Ирен Жолио-Кюри, решили да изследват разпадните продукти на радия, един елемент почти толкова тежък, колкото уранът. Когато открили нещо, Майтнер спешно поискала повече подробности, търсейки неоспоримо доказателство.

В Берлин Хан бил също под натиск. Съпругата му проявявала симптоми на психична болест, а той не можел да уреди пенсия на Майтнер. За да запази експеримента и сътрудничеството си с Майтнер в тайна, той изолирал екипа от останалите в института. На никого не казвали за експеримента. На 9 ноември 1938 г. шурмови отряди подпалили синагогите в цяла Германия, затворили 27 хиляди мъже евреи и убили други пред очите на полицията. Няколко дни по-късно Хан тайно отпътувал за Копенхаген, за да разговаря с Майтнер и Бор. Майтнер настояла Хан да дублира данните с радия. Щрасман съобщава: “За щастие мнението и преценката на Майтнер имаха такава тежест в Берлин, че ние незабавно предприехме необходимите контролни експерименти”. Благодарение на нея те направили почти невероятно откритие. Сблъсъкът на урана с неутрони довел до образуването на средно големите атоми на бария. През нощта на 19 декември 1938 г. Хан останал до късно в лабораторията, пишейки на Майтнер. Той й съобщавал, че уранът не губел няколко частици. Вместо това, той се превръщал в средно голям атом, подобен на бария. Но Хан не можел да разбере какво се е случило и помолил Майтнер за обяснение. Той писал: “Скъпа Лизе, сега е почти 11 ч. през нощта. Щрасман ще се върне в 11.45, за да си тръгна аз за вкъщи ... Има нещо толкова любопитно за радиевите изотопи, че първо искаме да го кажем само на теб. Времената на полуразпадане на трите изотопа сега са твърдо установени. Те могат да се различат сред всички елементи с изключение на бария. Всички реакции се съгласуват ... Нашият “радиев” изотоп се държи като барий ... Вероятно можеш да предложиш някакво фантастично обяснение. Ние знаем, че той не може да се разпадне до барий ... Пиши веднага щом можеш. След два дни Майтнер отговаря: “Скъпи Отто, вашите радиєви резултати са много озадачаващи - един процес, който се прави с бавни неутрони и води до барий ... Ние, обаче сме преживели много изненади в ядрената физика, затова никой не може да каже без по-нататъшно обмисляне, че това е невъзможно.”

Уверени от реакцията на Майтнер, но обезпокоени, че Ирен Жолио-Кюри*** може да ги изпревари, Хан и Щрасман изпратили получените резултати в немско списание на 22

декември. На Майтнер изпратили копие. Статията им щяла да бъде публикувана на 6 януари 1939 г.

Техният доклад претърпял любопитен кръговрат. Като химици Хан и Щрасман заключили, че уранът се е превърнал в барий. Като “ядрени химици”, които били някак свързани с физиците, те “все още не могли да се решат да направят тази голяма крачка, която противоречи на всички предишни опити в ядрената физика. Все още е възможно да сме свидетели на необичайна серия от случайности”. Рядко такива важни резултати са били обявявани така пряко. Много читатели се чудели дали Хан и Щрасман дори са разбрали какво са открили. Статията била написана много набързо и можело да е преписана от стар запис за радия.

През онази Нова година Майтнер и племенникът ѝ Фриш се срещнали в малко курортно градче в западна Швеция, за да я отпразнуват с приятели. Трябвало да е било най-важното посещение в живота на Фриш. Когато слязъл за закуска на 30 декември, той заварил Майтнер, погълната от писмото на Хан. Тя била развълнувана, изненадана, обезпокоена. Чрез откриването на барий, на Хан се откривал напълно нов научен подход, който показвал, че тяхната предишна работа е била погрешна.

Фриш изгарял от нетърпение да говори за собствената си работа, затова предположил: “Може би всичко това е погрешно.” Майтнер поклатила глава: “Хан е толкова добър като химик. Сигурна съм, че резултатът е правилен. Но какво по дяволите означава това? Как някой може да получи ядро на барий от ядро на уран?”.

Фриш искал да направи и ски излет. Тъй като Майтнер не си носела ските, тя му предложила да върви редом с него. Била свикнала да изминава всеки ден цели мили за добра форма, затова лесно успявала да го следва. Докато вървели, тя обяснила, че при бомбардирането на урана Хан е получил частици, които са неразличими от бария.

Един теоретик можел да не повярва на Хан, но Майтнер била експериментатор. Нещо повече, тя разбирала теорията на ядрото и била експерт по структурата на ядрото. Затова знаела наизуст масите, енергиите, атомните числа и т.н. и можела да направи груби пресмятания във водата.

Уранът имал 92 протона, а барият 56 - вгълбено си мислела тя. Как можел уранът да загуби изведнъж 36 протона? Един неутрон можел да отцепи 1 или 2 протона, но 36? Можело ли е урановото ядро да се разцепи или раздели на две? Не, неутронът не можел да се прояви като длето, а ядрата не били твърд предмет, за да се режат на две. Приличало повече на откъсване на капка.

При това Майтнер и Фриш се спогледали втренчено и спрели да се движат. Може би ядрата могли да се изтеглят в овална форма със стеснение в средата. Когато стеснението било достатъчно, капката можела да се разкъса на две. Отначало те мислели, че повърхностното напрежение щяло да задържи капката. Но 92 положително заредени частици и приблизително толкова отрицателно заредени електрона правели ядрото на урана електрически нестабилно. Може би неговото повърхностно напрежение щяло да бъде слабо. Майтнер и Фриш седнали върху паднало дърво, извадили моливи и парченца хартия и започнали да смятат.

Числата дали резултат. Урановото ядро се държало като голям тънъкостенен балон, пълен с вода, или като голямо хлъзгаво парченце желе. Ударено от неутрон ядрото се скъсвало на две. Капката можела да се скъса по различни начини - на барий с 56 протона и криптон с 36. Или пък можело да се получат рубидий с 37 протона и цезий с 55. Или друга двойка средноголеми атоми, чиито протони да бъдат общо 92. Точно тук била причината, поради която Майтнер, Хан и Ирен Жолио-Кюри откривали толкова много различни ядра. Никое от тях не било трансуранов елемент; те всички били обикновени елементи, по размер - приблизително половината на урана.

Пресмятайки бързо, Майтнер открила, че когато урановото ядро се разцепва, то освобождава грубо 200 милиона електронволта - 20 милиона пъти повече от еквивалентното количество. Тя била учудена. За първи път при експеримент се отделя повече енергия, отколкото е въведена. На 60 години и официално оттеглила се, Майтнер обяснила едно от най-великите открития на века.

Фриш се върнал в Копенхаген на следващия ден и съобщил новината на Бор, който заминавал за САЩ. Удряйки се по главата, Бор извикал: "О, какви идиоти сме били всички!". Обещавайки да не казва нищо, докато Майтнер и Фриш не изпратят своите резултати в някое списание, Бор се втурнал навън. Той, обаче, бил толкова развълнуван, че разказал на няколко приятели-учени на борда на кораба и забравил да каже, че информацията била още тайна. Скоро след акостирането на кораба новината се разпространила из САЩ.

Бор се надявал, че Майтнер и Фриш ще получат признание за обяснението, но техните статии били публикувани седмици след доклада на Хан и Щрасман. Решаващият принос на Майтнер и Фриш се разпилял, въпреки че Фриш пръв извършил експеримента, който действително потвърдил откритото индиректно от Хан. Обаче останало названието дадено от Фриш: ядрено разцепване, подобно на биологичния процес на делене на клетката.

Майтнер разбрала, че стойността на извършената от нея работа през последните 4 години може да бъде поставена под въпрос. В ранните часове на 1 януари 1939 г. тя написала на Хан и Щрасман, за да ги поздрави за техния експеримент. "Откакто сте заедно, вие сте в много по-добро положение от мен. Докато за мен това бяха само години на опровергаване - не много добра препоръка за моето ново начало."

Два дни по-късно тя възкликва: "Повярвайте ми, въпреки че стоя тук с празни ръце, аз съм щастлива за чудото на тези открития ... Хората ще кажат, че трима правят глупости и сега, когато единият си е отишъл, двамата го правят както трябва ... Аз постепенно губя цялата си смелост". Майтнер се изповядва: "Простете ми това тъжно писмо. Никога преди не съм писала колко ми е зле наистина. Понякога не знаех какво да правя с живота си. Най-вероятно има много хора, които се чувстват като мен, но от това не ми става по-леко".

Майтнер имала причина да се безпокои. През месеца Хан твърдял, че физиката е пропуснала откритието и че химията сама го е направила. Както той признава: "За мен урановото дело (откриването на разцепването) е дар от небесата. С други думи, понякога се боях да не загубя част от института".

По време на Втората световна война Майтнер остава в Швеция, без да е в състояние да извършва последващи експерименти върху деленето. Тя отказала поканата на Съюзниците за работа върху атомната бомба. Хан останал в Германия и давайки ясно да се разбере, че не одобрява нацизма, служил в комитетите за ядрени реактори. Хан, Щрасман и няколко ученици продължили да изучават продуктите на деленето и публикували резултатите през войната. В института Щрасман се правел на глупак, така че да го смятат за достатъчно ненадежден за оръжейни изследвания.

Още преди да свърши войната Нобеловият комитет гласувал тайно да присъди Нобеловата награда за химия през 1944 г. на Отто Хан. Няколко химици и физици се противопоставят на получаването на Нобелова награда от Хан. Физиците открито поддържали, че Майтнер също трябва да получи Нобелова награда, независимо дали по физика или химия. Тя продължила експеримента и заедно с Фриш обяснила процеса. Заради нея Фриш потвърдил експериментално непрякото доказателство на Хан. Други, като Гюнтер Херман, били убедени, че Щрасман също заслужавал да сподели наградата за химия с Хан. А феминистка, като немската писателка Ренате Фейл, питала дали изобщо Хан трябвало да получава Нобелова награда; през 1983 г. тя изразила съжаление: “Дългогодишните научни постижения на Лизе Майтнер бяха увенчани от Нобеловата награда на Отто Хан”.

Майтнер загубила поради няколко причини, но много учени вярват, че главната причина бил Мане Сигбан. Шведските физици експериментатори, сред които и Сигбан, контролирали Нобеловата награда за физика в ранните ѝ години. И те вярвали, че Сигбан е наложил вето върху всяка награда за Майтнер. Изоставането също било фактор. Швеция била далеч от научния прогрес през 1939 г. и когато Нобеловият комитет гласувал, неговите членове били откъснати от широкия свят с цели 5 години. Атомната бомба още не била хвърлена над Япония. “През 1944 г. не беше официално известно колко важно е ядреното делене, а химиците се интересували от работата на Хан само защото той бил опровергал Нобеловата награда на Ферми (за трансурановите елементи), както подчертал Волфганг Паул. Ако се знаеше, че атомното разцепване ще бъде толкова важно, ако наградата беше дадена след войната, щеше да е ясно, че Майтнер трябва да бъде включена”. Експериментът се провел през 1939 г.; много от работата, извършена във Франция, Англия и САЩ, била своевременно оценена, но нейната важност не била основно разбрана. Тя трябвало да получи наградата по физика през същата година, когато Хан я получил по химия, защото за една седмица, доверявайки се на получените данни, тя променила теорията. ****

Докато почивала с приятели в централна Швеция, на 6 август 1945 г. Майтнер чула по радиото говорител да съобщава новината, че атомна бомба - чрез използване деленето на уранови атоми - е била хвърлена над Хирошима. Майтнер била незабавно потърсена. В едно трансатлантическо предаване с Елеонор Рузвелт няколко дни по-късно, тя отбелязала: “Нешастна случайност е, че това откритие стана по време на войната”. В едно интервю за Saturday Evening Post тя подчертала: “Самата аз по никакъв начин не съм работила за разцепването на атома с идеята да се произвеждат смъртоносни оръжия. Не трябва да обвинявате нас учените за употребата на нашите открития от военните техники”.

Хан, който бил обезпокоен от вниманието, което пресата оказвала на Майтнер, направил изявление няколко дни след хвърлянето на бомбата, отричайки нейния принос преди и след напускането на Берлин. Той се оплаквал: “Докато професор

Майтнер беше в Германия, нямаше дискусия около деленето на урана. Това се смяташе за невъзможно. Въз основа на разширени химически изследвания върху химичните елементи, предизвикани от облъчването на уран с неутрони. Хан и Щрасман били принудени да приемат в края на 1938 г., че уранът се разцепва на две ...” С годините Хан изобщо не си променил мнението.

Майтнер никога не се оплакала публично или частно за загубата на Нобеловата награда. Но тя била много разстроена от това, че немските приятели, и по-специално Хан, отказвали да се извинят публично за военновременното неразбирателство. “Аз не мисля, че те разбраха каква съдба сполетя Германия при тяхната пасивност. Те дори съвсем малко осъзнаха своята отговорност за ужасните престъпления, които Германия извърши. Как ще се довери светът на една нова Германия, когато нейните най-добри и интелектуално най-изявени хора нямат вътрешната нагласа да разберат това и нямат изгарящото желание да направят каквото е възможно?”

Когато Майтнер за първи път чула по радиото репортажи за концентрационните лагери, тя плачела на глас и не можела да спи. Пишейки на Хан, тя се възмущавала: “Вие всички работихте в нацистка Германия и никога не се опитахте и пасивно да се противопоставите. Сигурно за да успокоите съвестта си, помагахте на отделни хора тук и там, но вие позволихте милиони невинни хора да бъдат избити и никога не протестирахте на глас. Аз и много други вярваме, че правилният начин за вас би бил да направите публична декларация, в която признавате, че чрез пасивността си носите частична отговорност за случилото се и че поемата отговорност нещата да се поправят ...”

“Накрая, обвинявала тя, вие предадохте самата Германия. Когато войната стана тотално безнадеждна, вие дори не се противопоставихте на безумното разрушаване на Германия ... Вие наистина не можете да очаквате останалият свят да съжалява Германия”.

Тя се борила с Хан през цялата година, преди той да отиде в Стокхолм през декември 1946 г., за да получи Нобеловата награда. Когато той пристигнал, отново започнали да спорят. При публичните интервюта той нито веднъж не споменал името ѝ. В Нобеловата си реч той подчертавал, че химията сама е решила проблема. Наблягайки на помощта, от която се нуждаела Германия, той заявявал, че нацизмът е превърнал Германия в жертва преди и по време на войната, а след войната съюзниците я правели такава.

Майтнер била засегната, че той не казал нищо за нея или за 30-те им години заедно. “Той е убеден, че към германците се отнасят несправедливо, още повече че той просто не зачита миналото”. Тя писала до свой приятел: “Що се отнася до мен, аз съм част от това минало”.

Когато Хан отхвърлил всякаква германска отговорност за атомната бомба, Майтнер му напомнила, че Германия е извършила други ужасни неща. Той не отговорил. Тя обвинявала, че немски учени и Германското физическо дружество изгонили Айнщайн, защото бил евреин. Когато Франк подал оставка в знак на протест срещу хитлеровия антисемитизъм, учените подписали петиция, обвиняващи Франк в саботаж срещу Третия Райх. Научните конференции заклемявали еврейската математика”. Хан отричаше миналото с цялата си сила, въпреки че винаги и истински е мразел и

отхвърлял нацизма ... Тъй като нямаше много силен характер и не беше много ангажиран и съпричастен, той се заблуждаваше”, протестираше тя.

През 1947 г. Майтнер отказала поканата на Щрасман да се върне в Германия, за да ръководи стария си институт, който бил преименуван в химически институт “Макс Планк” и преместен в Майнц. “Германците все още не разбират какво се е случило и са забравили всички безумства и жестокости, които не са се случили лично на тях. Аз мисля, че не бих могла да дишам в такава атмосфера”, пише тя.

След войната се развил истински култ към Хан. Като един от неколцината немски учени, на които се доверявали съюзниците, той станал президент на обществото Макс Планк. Образът му се появил върху немски медали, сгради, монети и марки. Майтнер и Щрасман изчезнали от погледа. Когато обществото Макс Планк я определило като “младши колега на Хан”, тя се обърнала към него: “Дали ще ми бъде отнето и моето научно минало?” Немският музей в Мюнхен изложил нейната експериментална апаратура – оборудването, което тя създавала за експеримента по деленето, - и го представило като работната маса на Отто Хан. Музейният надпис не включвал Майтнер като член на екипа, докато американската химичка Рут Сайм не обжалвала публично факта по време на историческа конференция, състояла се в самия музей през 1989 г.



Лизе Майтнер и Отто Хан

Независимо от отхвърлянето на нейните заслуги, Майтнер запазила приятелството си с Хан. Те били като брат и сестра, които поддържали семейните връзки, независимо от дълбоките философски различия. Тя дори се връщала няколко пъти в Германия за конференции и награждавания.

Майтнер живяла в Швеция 22 години, посещавайки неколнократно САЩ по работа или да се види с роднини. Когато била на 75 години, по време на физическа конференция, тя се подхлъзнала на стълбището, станала и продължила разговора. Извършвала научна работа и изкачвала планини до 81 годишна възраст. През 1960 г. се оттеглила и преместила в Кеймбридж, Англия, за да бъде близо до племенника си. Дотогава тя била публикувала приблизително 150 научни статии. Комисията по атомна енергия на САЩ присъдила наградата “Енрико Ферми” през 1966 г. на целия екип по деленето - Хан, Майтнер и Щрасман. За първи път учени от неамерикански произход получавали наградата, и за първи път наградата се печелела от жена.

Няколко дни преди 90-ия си рожден ден Лизе Майтнер се пренесла в откъдното. Въпреки, че никога не говорела за Нобеловата награда, тя оставила писмата и записките си на Кеймбриджския университет, за да е сигурна, че ще бъде разказана и нейната част от историята.

ЕПИЛОГ

Години след смъртта на Майтнер физиците от Дармщат, Германия, облъчили два изотопа на бисмут и желязо, за да получат 109-ия елемент, най-тежкия познат дотогава елемент във Вселената. През 1992 г. физиците кръстили своя нов елемент Майтнериум - в чест на Лизе Майтнер.

“Лизе Майтнер трябваше да бъде почетена за фундаменталната ѝ дейност за физичното разбиране на деленето”, заявил физикът Петър Армсбрюстер - ръководещ екипа от Дармщат. “Тя трябваше да бъде почетена като най-забележителната жена - учен през този век”.

Превод от английски: **Мария Кирчева**

* Елисавета Карамихайлова - напълно основателно можем да добавим ние - вж. "Светът на физиката", кн. 1'1998 г. - Бел. ред.

** Каламбур с английските омоними *cocktail* и *cock-tale* (петльова приказка) – Бел. ред.

*** Въпреки настойчивите пропуски на авторката, ще напомним, че почти навсякъде става дума за Ирен и Фредерик Жолио-Кюри, които през 1935 г. получават Нобеловата награда за химия “за получаването на нови радиоактивни емисии” – Бел. ред.

**** Повече около присъждането на тази Нобелова награда - в един от следващите броеве на "Светът на физиката". - Бел. ред.

ЗА КНИГАТА “ТРИЪГЪЛНИК НА МИСЛИ” *

Академик Иван Тодоров

“Прислужникът на един математик, попитан с какво се занимава стопанинът му, отговорил, че той прекарва времето си в кабинета, като изписва листчета хартия, после добре ги смачква, преди да ги хвърли в кошчето за боклук.” С тези думи (на Ален Кон) започва свободната беседа на тримата френски академици, която представя съдържанието на книгата “Триъгълник на мисли”.

Задачата, която ми възложи редакторът на “Светът на физиката” – да избира някои текстове от книгата за превод в списанието – силно ме затрудни: не защото е мъчно да се намерят интересни откъси, а защото не ми дава сърце да се откажа от останалото. **

Няколко думи за възникването на книгата и за авторите

Книгата е плод на реални разговори, “трилози”, водени – и записани на касетофон – в дома на най-възрастния участник, Андре Лишнеровиц, на бул. Журдан в Париж през 1995 и 1996 г. Двама от събеседниците не са вече между живите.

Пръв си отиде, през юли 1996 г., Марсел Пол Щуценберже (МПШ). По думите на неговия приятел Моше Флато (1937 – 1998), поместени в края на книгата, “Марко бе един от най-необикновените умове, които познавах, с много специалности – в традицията на енциклопедистите – един архаизъм в наше време. Той бе едновременно лекар, биолог, психиатър, лингвист и математик-алгебрист” – с работи в комбинаториката и теория на графите. “Марко страдаше от емфизема”, си спомня Ален Кон, “и му трябваше известно време, докато дойде на себе си след пътуването, но достатъчно беше да почне да говори, за да забравим за болестта му. Слушахме го очаровани. Пазя най-жив спомен от тези моменти.”

Андре Лишнеровиц (АЛ) (1915 – 1998), потомък на полски дядо, израства в семейство на майка - математичка и баща - класически филолог; защитава теза при Ели Картан и Жорж Дармоа. От 1952 г. е професор в Колеж де Франс. С неговите книги (между които “Теория на глобалните свързаности и групи на холономия”, преведена на руски, и “Релативистични теории на гравитацията и електромагнетизма”) израстват поколения от геометри и физици-теоретици.

Ален Кон (АК) (р. 1947 г.) наследява Лишнеровиц като завеждащ катедрата по анализ и геометрия в Колеж де Франс; в същото време е професор в Института за висши научни изследвания в Бюр-сюр-Ивет. Носител на Филдсов медал (1982 г.) за своите работи по алгебри на фон Нойман. Автор на влиятелна книга по некомутативна геометрия. Неговите диалози с биолога Жан-Пиер Шанжо*** наскоро излязо-

* Alain Connes, Andre Lichnerowicz, Marcel Paul Schutzenberger, “Triangle de pensées”, Editions Odile Jacob, Paris 2000.

** За съжаление, редица причини (най-вече ограниченията на обема) наложиха малко по-различен подбор на текстовете за тазгодишното “Четиво с продължение”. Бел. ред.

*** Jean-Pierre Changeux, Alain Connes, “Matière à pensée” Ed. Odile Jacob, Paris 1996.

ха на български ("Мислещата материя", Херон Прес, 2000). Подреждането, добавянето на библиографски бележки и "лекото редактиране" (и съкращаване) на записите на беседите му заемат повече от очакваното време.

Съдържание. Книгата се състои от увод, осем глави и биографични бележки за покойните автори.

Глава I. Логика и реалност (9 – 34). Първият въпрос (повдигнат от МПШ) е за влиянието на математическата логика върху реалната математика. Център на дискусията е теоремата на Гьодел. Според АК най-важното в тази теорема е следствието, че съществуват верни аритметични твърдения, които не могат да бъдат доказани в дадена логическа система. Той прави платонисткия извод, че математиката изучава (нематериална) реалност, която не се изчерпва от никоя фиксирана схема от логични изводи. АЛ поставя под съмнение идеята за "архаична математична реалност"; той не приема да се говори за "вярно твърдение", което не може да се докаже. Дискусията привлича съдържателни примери като свършените числа (равни на сумата от своите делители – $6 = 1 + 2 + 3$, $28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$) и свързаните с тях прости числа на Мерсен (от вида $2^p - 1$, където p е също просто); паважите на Робинзон и Пенроуз (непериодични покрития на равнината с два и повече мотива, за които става дума и в следващите глави). МПШ изказва парадоксалния възглед, че прогресът на цивилизацията може да се измерва с броя на свършените числа, които тя познава.

Глава II. Природата на математичните обекти (35 – 61). Дискусията, грубо казано, между платонисти и формалисти продължава. Грубо, защото АЛ се позовава на средновековните мислители Абелар и Окам, които показват, че двете тези не се взаимно изключват (според Окам "реалисти и номиналисти се бият за нищо"). АК обяснява, защо "математичната реалност е по-силна от външната реалност" (разсъждение, което си заслужава да намери място на страниците на "Светът на физиката"). Главата завършва със забележката на МПШ, че възгледите на АК са по-скоро питагорейски отколкото платонистки.

Глава III. Янус на математичната физика (62-94). "Ако Поасон или някой друг можеше да види уравнението на Шрьодингер, той щеше да го намери за напълно нормално; напротив, ако чуеше какво говорят физиците по този повод, щяха да му настръхнат косите". С тези думи на АЛ започва дискусията за квантовата механика и нейната интерпретация. АК застъпва гледната точка на физиците. Невероятно е колко много може да научи даже образован физик-теоретик от този разговор. Намерената емпирично формула на Планк за интензитета на излъчване на абсолютно черно тяло като функция на температурата и честотата е фактически пораждащата функция за числата на Бернули, тясно свързана със съвременното локално доказателство на теоремата за индекса на Атия-Зингер, използващо уравнението на топлопроводността. Разговорът прави завои към стандартния модел. Думите на АК звучат злободневно и за българския читател във връзка с дискусията в печата по случай влизането на България в Европейския център за ядрени изследвания (ЦЕРН): "Не трябва да мислим, че целта на ЦЕРН е да попълни списъка на елементарните частици. Става дума по-скоро за най-мощния микроскоп, който притежаваме, за да

анализираме фината геометрична структура на пространство-времето.”

Глава IV. Фундаментална теория и реални пресмятания (95-104). Какво можем реално да обясним, изхождайки от стандартния модел? МПШ: “Огънят е напълно необясним.”

Глава V. Математиката и описанието на света (105-143). Кое движи теорията – вътрешното развитие на теоретичните понятия (Айнщайн) или необяснените опити (Хайзенберг)? Събеседниците се връщат към неперодичните паважи. Въпросът дали с дадени мотиви може да се “павира” равнината не е разрешим рекурсивно. За построяването на подобен паваж не стигат локални правила за съгласуване, нужен е предварителен глобален план. Поразително е, че неперодични паважи съществуват в природата като “квазикристали”.

МПШ: “За един питагореец ... законите на физиката и на химията са истински интересни, когато в тях играят роля целите числа.” Тези думи изваждат на преден план идеята за стабилни физични величини като (квантовата) проводимост на Хол и свързаните с тях топологични инварианти. Това дава на АК повод да каже, че той предпочита пътя към целите числа (например като индекси на оператори), който започва от континуума. АЛ застъпва противоположната гледна точка: “За мен анализът започва от Зенон”.

Разговорът прескача към въпроса за действието на разстояние и споровете на тази тема между последователите на Нютон и картезианците. После, към въпроса за това, възможно ли е да се следи всичко значително, което става в математиката, при растящия брой математици и публикации; за теоремата на Наш, заслужила Нобеловата награда по икономика. Забележително: при такова изобилие от засегнати въпроси разговорът не се плъзга по повърхността, авторите казват по всяка от темите нещо интересно, което ти се иска да премислиш и запомниш.

Глава VI. Космологията и великото обединение (144-172). Събеседниците подлагат на сериозна критика модните течения в теоретичната физика. АЛ не вярва, че гравитационното поле може да се разглежда на равни начала с останалите, след като то определя самото пространство-време. АК отбелязва, че в теорията на “великото обединение” (на всички взаимодействия освен гравитационното) “велико” е само наименованието. Той разказва историята на теорията на суперструните и я анализира критично. Следва анализ на теорията на “големия взрив” на Вселената (МПШ не крие своя скептицизъм спрямо нейните претенции за достоверност). Главата завършва с разговор за изумително точното потвърждение на Общата теория на относителността в радиоастрономичните наблюдения на двойните пулсари.

Глава VII. Интерпретация на квантовата механика (172-185). Нестандартна е позицията на АЛ: “Бих казал, че псевдоредукцията на вълновия пакет не е необходимо условие на квантовия формализъм. Тя е част от обичайния коментар на физиците върху формализма. Правил съм коректно изложение на квантовата механика, без да имам нужда от редукция на вълновия пакет”. В защитата си на копенхагенската интерпретация АК разказва за дискусиите между Бор и Айнщайн и за неравенствата на Бел.

Глава VIII. Размишления за времето (186-207). Като разгривка МПШ и АК раз-

мишляват по въпроса в какво отстъпва на човека дори най-мощният мислим супер-компютър: той функционира в перманентно настояще, не познава минало и бъдеще. АК отхвърля емоционално една популярна материалистическа теза: "Разбира се, че законите на физиката и химията са приложими и към живата материя, но защо да искаме да редуцираме едно живо същество до малко вероятно състояние на система от молекули! Тук намира отзвук дискусията на АК с Ж. П. Шанжо в [***]. Намесата на АЛ освежава аргументацията: "Знае се, че възрастният човек не притежава нито една от молекулите, с които се е родил. При тези условия какво означава непрекъснатостта (приемствеността) на индивида?" АК: "Ти си напълно прав, остава организиращата схема ... генетичният код. Абстрактната схема характеризира индивида много по-адекватно от физичното състояние – положения и скорости – на неговите молекули."

Собствено размишленията за времето в тази заключителна глава са тъй увлекателни, че не бих искал да ги развалям с мое резюме: нека читателят им се наслади в тяхната пълнота.

Вместо заключение

"Големите научни открития на XX век като Общата теория на относителността, квантовата механика и теоремата на Гьодел дълбоко променят нашето възприятие на действителността. Целта на тази книга е да позволи на една широка, но просветена публика да прескочи растящата пропаст между тънкостите на тези изменения, оценявани само от специалистите, и често невероятно деформираната картина, която дават медиите и популяризаторските съчинения ... Тя се стреми да отговори на възникващите въпроси чрез обмяна [на мнения] на трима учени, които, благодарение на различието на разбиранията, което царува дори сред специалистите, позволява да се избегне догматизмът на едно изложение *ex cathedra*."

Така определят авторите своята цел.

По жанр и натурфилософска насоченост книгата се нарежда по-близо до платоновите – или галилееви – диалози отколкото сред съвременната литература. Подобно на диалозите на Галилей тук има централно действащо лице, Ален Кон, което развива основните теми на книгата. За разлика от Салвиати – Галилео, обаче, АК има реални събеседници, които не са така лесно оборими като Симпличио (чиято роля в [*] неволно е възприел неговият съавтор – невробиолог) или *alter ego* на автора като Сагредо. Свободният разговор не е подчинен на предварителен план. В него има естествени повторения – връщане към обсъждани вече въпроси – и отклонения встрани (често не по-малко увлекателни от централната тема). Разделението на материала по глави е, на места, условно. Относителната лекота на възприятие на разговорната форма може да се окаже измамна – някои лаконични забележки (например на АЛ) е вероятно да бъдат оценени само от по-подготвения читател.

Надявам се, че тази книга ще намери своя български издател и любознателни читатели. Те ще бъдат възнаградени за усилията си от съприкосновението с високия полет на човешката мисъл.

Париж 2000

ТРИЪГЪЛНИК НА МИСЛИ*

Ален Кон, Андре Лишнеровиц, Марсел Пол Шюценберже

Част 1

Увод

Големите научни открития на 20-и век, каквито са общата теория на относителността, квантовата механика или теоремата на Гьодел, дълбоко променят нашия възглед за реалността. Целта на тази книга е да помогне на широката образована публика да се справи с трудностите на тези промени, които са разбираеми само за специалистите и често пъти са изопачени до неузнаваемост от медиите или от популяризиациите.

За едно столетие физиците стигнаха до извънредно ефикасен модел на материалната реалност. На микроскопско равнище квантовата механика обясни периодичната система на елементите, предсказа аномалния момент на електрона с точност, сравнима с отношението на дебелината на косъм към разстоянието от Париж до Ню Йорк, и успешно издържа на най-изтънчените опити да бъде уличена в непоследователност. В мащабите на галактиките наблюденията на двойните пулсари дадоха блестящи потвърждения на Общата теория на относителността на Айнщайн, която ни представя глобална картина на Вселената, а благодарение на навигационната система GPS намира също и практически приложения. За съжаление триумфът е помрачен от очевидната несъвместимост на тези две фундаментални теории, които биха се помирили само в една обединена теория на "квантовата гравитация", която засега съществува само в зачатъчен вид като теория на струните.

По същия начин теоремата на Гьодел изменя радикално нашия възглед за математическата реалност, но все пак сред математиците значимостта на нейното послание често се пренебрегва. Какво означава например, че едно твърдение може да е вярно и недоказуемо или че една непротиворечива система от аксиоми може да съдържа неистина?

Тази книга е опит да се намери отговор на много такива въпроси посредством дискусията на трима учени, която не само отразява разнообразието на възгледите в самата научна общност, но също позволява да се избегне догматизмът на монологичното изложение. Всеки от тези учени е един от върховете на този триъгълник на мисли, в който читателят може свободно да избере своето място.

Идеята за тази книга дължим на Лоран Шевалие, който също беше инициатор на щастливите мигове на духовно общуване в нережисираните ни дискусии с Андре Лишнеровиц и Марсел Пол Шюценберже**. Благодарност за ценната помощ дължа на Ален Ласку, Илан Варди, Патрик Ион и Жил Шатле.

*Традиционните въстъпителни бележки до голяма степен се изчерпват от поместения тук книгопис на акад. Иван Тодоров. Редколегията му изказва благодарност за любезно предоставения оригинал на книгата. (Бел ред.)

** Преводачът би предпочел транскрипцията "Шютценбергер" и "Лихнерович", която на български е по-популярна. Но въпросът е открит и стои пред езиковедите. (Бел. прев.)

Глава I. Логика и реалност (откъси)

Ален Кон - Когато попитали прислужника в къщата на известен математик с какво се занимава неговият господар, отговорът бил, че той пише на бюрото си върху късчета хартия, които след това старателно смачква и хвърля в кошчето за боклук.

Така че работата на математика, когато се опитаме да я опишем отстрани, представлява специфичен проблем, който има отношение към природата на математическата реалност.

Без да свеждаме всяка наука до нейния обект, никак не е трудно за един физик, химик, геолог или астроном да определи обекта на своята работа: той изучава на различни равнища структурата и организацията на материята. Съществуването на външен материален свят опростява нещата още от самото начало, тъй като причинно-следствената връзка, както ще видим в една следваща глава, се усложнява единствено при квантовомеханичното измерване. Ясно е също различието между изобретение и откритие: изобретяват се нови изследователски средства, какъвто е микроскопът, основан върху тунелния ефект, а се откриват структури като тази на двойната спирала на ДНК.

Другояче стоят нещата при математиката. Тук горните аргументи отстъпват място на оправдани философски въпроси, защото математикът трудно може да определи пред един правоверен материалист както природата на математическата реалност, така и в какво се състои работата на математика. Убедих се в това при моя диалог с Жан-Пиер Шанжо***.

За да открия дискусията, ще формулирам две крайни схващания за занятията на математиците: едното е на "платониците", според които математикът изучава някакъв "математически свят", чието съществуване е извън всяко съмнение и чиято структура трябва да се изследва; другото е на "формалистите", които се окопават в скептичното си отношение и според които математиката е само поредица от логически изводи в дадена формална система и в известен смисъл представлява изчистен език.

Много често нематематикът гледа на математиката като на някаква игра, чиято единствена цел е да изостря интелекта, и вижда приложението ѝ преди всичко като вид език. Например химикът или биологът в някои случаи използват езика на математиката, за да изразят по-добре и по-точно своите мисли. В разработваните от тях модели се използва само лингвистичният аспект на математиката. Математическата формула единствено редуцира видимата сложност на информацията. Тази употреба на математическия език с присъщия на всеки език генеративен и дедуктивен характер създава у изследователя-нематематик впечатлението, че разбира смисъла на така редуцираната до един специфичен език математика. Този възглед се доближава до възгледа на формалистите, които поради това привличат симпатиите на учените-нематематици.

*** Jean-Pierre Changeux et Alain Connes, *Matiere a pensee*, Paris, Odile Jacob, 1989. (Вж. бълг. превод: Жан-Пиер Шанжо, Ален Кон, *Мислещата материя*, София, Херон Прес, 2000. - Бел. прев.)

Марсел Пол Шюценберже - Бих желал да ви предложа за обсъждане темата за значението на математическата логика. Ще формулирам темата по агресивен начин. Допринася ли математическата логика нещо съществено към схващането, което един нематематик би могъл да има за математическата реалност?

А.К. - Мисля, че отговорът е положителен.

М.П.Ш. - Ти смяташ, че е положителен и аз съм доволен от това, защото съм убеден в обратното. Ще започна с нещо чисто историческо - теоремата на Гьодел, която е известна от 1930-те години. Изтъкнати учени на 1940-те години, каквито са Кавале или Лаутман, а също първите Бурбаки като че ли не улавят значимостта на това събитие, макар че един от тях, Хербранд, вече се е заел с тази проблематика.

Андре Лишнеровиц - В действителност Лаутман не беше фигура в интелектуалния свят.

М.П.Ш. - Мисля, че нито Кавале, нито Лаутман са разбирали нещата. Само Хербранд беше истински математик. Но теоремата на Гьодел дойде на мода едва през 1960-те години, когато се развиваха компютрите и логиците се заеха с информатиката. Постепенно се наложи идеята, макар и не напълно осмислена, че всяко съждение изисква строга логика, формализирана логика. Според мен това е софизъм. Повечето от съжденията - било в ежедневието, било в науката, - не се побират в тесните рамки на строгата логика и трудно се поддават на формализиране, а даже изобщо не са формализуеми. Повечето от хората, които историята милостиво е забравила, са се опитвали да вложат известен формализъм в своите съждения. Забелявали са, че при всеки опит да се формализира едно "следователно" се налага да бъде въведена цяла лавина от уточнения, които са още по-спорни от самото "следователно".

Математическата логика е благородно усилие да се формализира онова, което може да бъде формализирано, но бих се осмелил да кажа, че реалността се изплъзва.

Глава II. Природата на математическите обекти (откъси)

А. Л. - Да започнем с малко история. Макар че различните видове пресмятане съществуват от най-дълбока древност - египтяни, асирийци и т.н., - математиката, такава каквато я познаваме, се заражда през 5 в. пр. н. е. в пристанищата на Гърция, където хората си поставят въпроси за небесната механика или за организацията на града и ги обсъждат на брега на морето. Някои от тях, не желаейки да стават жертва на самоизмама, разработили правила на спор без двусмислия и недоразумения, спор, който по самата си форма забранява вътрешните противоречия и който води до позитивни изводи. По такъв начин възниква и идеята за доказателство относно корен квадратен от 2. Елеатите са направили една твърде интересна крачка напред. Те установили начин на спорене - дискурс, който първоначално бил прилаган само в тесен кръг, но после се запитали дали същият дискурс не би имал по-широка валидност и с това възниква идеята за доказателство. Тази идея се мени повече или по-

малко в хода на историята, но те вече са имали проекти за постигане на пълно доказателство.

Дискурсът без двусмислия и недоразумения бива забравен от някои, но в крайна сметка той възниква отново в още по-рафиниран вид и аз бих отнесъл към Галоа, към 1833 г., съжденията на математиката за самата себе си, които отразяват не само целите на математическата проблематика, но заедно с това разкриват ограничеността на тази проблематика. Именно анализът на тази ограниченост ни довежда до математическата логика, за която говорихме в предишната си дискусия. Какво сме научили от математиката? Как функционира математиката?

М.П.Ш. - Защо тъкмо Галоа?

А.Л. - Защото той прави първата решителна стъпка по пътя към абстракцията. Галоа е емблематичен. Именно от него нататък математиците започват целенасочено да разсъждават върху самата математика и пълнотата на техните конструкции.

По такъв начин ние разбрахме, че първата операция по математизирането е - тук аз ще говоря на езика на множествата - да се поставят множествата в идеални речници на съответствия, така както думите на два различни езика се поставят в съответствие, ако смятаме, че това е идеален речник. Така възниква схващането за структури и тяхното трансформиране с помощта на идеалните речници довежда до идеята за автоморфизъм. Именно от този момент математиката тръгва по нов път на развитие, защото успява да преодолее едно от препятствията на гръцката математика - съществуването на математически "обекти".

Ясно е, че за математика няма значение каква е природата на разглежданите същности и че всяко множество може в определен смисъл да бъде подложено на еднозначна операция на изоморфизъм, стига то да е снабдено със структура. Всяко множество, което се подчинява на определени правила за структурата, се поддава в определен смисъл на математизиране. Така че математиците вече знаят, че за тях няма никакво значение каква е "същността на нещата", върху които те разсъждават.

В стремежа си да изяснят въпроси на хидродинамиката или на електростатиката специалистите построяват модели, за които може да се твърдят буквално едни и същи неща, тъй като се стига да едни и същи уравнения. Става ясно, че когато се прилага математиката, Същността на нещата с главно С трябва да се поставя в скоби. Това характеризира математиката като интелектуално усилие, чиято цел е да се постигне такъв дискурс, при който няма двусмислия или недоразумения и при който "Същността на нещата" е поставена в скоби. Навсякъде, където бива използвана, математиката пренася този радикално неонтологичен, да използвам израза на Рене Том, дискурс. Смятам, че това е съществена особеност във функционирането на математиката. Именно тази абстракция, и при това радикална абстракция, е източник както на нейната теоретична мощ, така и на нейната плодотворност при връзките ѝ с реалното.

И все пак човек става математик не по тази причина, не за да дава строги доказателства и ограничаващи дефиниции. Всеки математик води сам със себе си или с няколко свои съмишленика един дискурс, който няма нищо общо с това. Трябва добре да се различава между дискурса на универсалната комуникация и дискурса

на математическото творчество. Когато един математик работи (така твърдят всички), той в действителност разсъждава в рамките на една област, в която има математически същности, той си играе с тях дотогава, докато те му станат достатъчно фамилиарни. Така че той може да работи и когато се разхожда или докато разговаря с отегчителен събеседник. Това е доста изтощителна дейност, която всеки от нас добре познава. След известно време, може да е месец, а може и да е година, ние или не стигаме до нищо, не намираме нищо, или получаваме някакъв резултат. Тогава започва процесът на подреждането, задължителното шлифоване, предназначено за математическата общност, написването на статия, която трябва да е максимално ясна и стегната.

Следователно има два вида дейност. Ако човек става математик, то е заради творческия дискурс, заради играта на интуицията, а не заради шлифовката на публикацията. Твърде често тези две неща се бъркат.

А.К. - Току-що ти изложи по блестящ начин гледната точка на формалистите, които според мен обръщат внимание само на един аспект на математиката. Признавам, че решително съм платоник и че съм склонен да виждам в честата употреба на "математически Същности" само една рецепта на изследователя. Мисля, че теоремата на Гьодел показва много ясно границите на възгледа на формалистите: доведен до крайност, този възглед води до задънена улица. Убедих се в това благодарение на необходимото разграничаване между истинност и доказуемост, необходимостта да се отдели грубата математическа реалност, за която говорих по-рано, от аксиоматичната и логико-дедуктивна система, която ние разработваме, за да можем да я разберем. Предпочитам да предложа на математиците някакъв обект, да обясня в какъв смисъл този обект се различава от обектите на другите науки и след това да говорим само за отношенията между тях.

М.П.Ш. - Огромна програма!

А.К. - Все пак ще трябва да изложа схващането си сега, за да може то да се съпостави с това на Андре. Ще го обрисувам само в най-общи черти. Другите науки имат за свой обект организацията на материята на различни равнища.

А.Л. - Можем ли да смятаме, че дадена наука се определя от своята област?

А.К. - Не, но мисля, че обектите на науки като геологията, физиката на елементарните частици, биохимията, космологията и т.н. могат лесно да се опишат и лесно въздействат върху въображението на читателя. Той може лесно да разбере целите на тези науки даже без да ги е практикувал. Става дума за изследване на организацията на материята на различни равнища. Но математиката според мен има два аспекта. Единият, който аз ще нарека "лингвистичен", беше току-що описан много точно от Андре. Този аспект намира приложения в другите науки и представлява логика в действие.

А.Л. - Не само. Процедурата на доказателството няма само лингвистичен аспект.

А.К. - От моя гледна точка тук става дума само за лингвистичния аспект на математиката. Бих желал да посоча един втори аспект на математиката: моето мнение е, че тя притежава обект, който е толкова реален, колкото са обектите на посочените от мен по-горе науки, но който не е материален и не е локализиран нито в пространс-

твото, нито във времето. При все това той притежава толкова определено съществуване, колкото и външната реалност, и математиците донякъде се сблъскват с него, както се сблъскваме с материалните обекти от външния свят. Когато успеем да зърнем само крайчец от тази реалност, макар да не е локализирана в пространството и във времето, тя ни дава едно несравнимо радостно усещане, което произтича от нейната безвременност.

В познатата си външна реалност човек е привикнал да прави разлика между истините и решенията на съдилищата и да не смесва истинното с онова, което може да се докаже пред съда.

Човек трябва също така да се научи да прави разлика между аритметичните истини и логическите следствия от аксиомите. Вече обсъждахме това.

...
М.П.Ш. - ... По липса на друг термин ние използваме думата реалност, без да влагаме в нея един и същ смисъл. Когато Ален и аз говорим за реалност на математическите обекти, ние искаме да кажем, че за нас даден математически обект е така реален, както реален е ганглият за електрофизиолога, който изучава опитното животно.

А.К. - Точно така.

М.П.Ш. - Когато Андре използва думата "реалност", за да каже, че съществува нервен импулс, който се разпространява по аксона, той влага в нея същия смисъл, който влагаме и ние; обаче в по-широка употреба думата "реалност" би могла да има съвсем различен смисъл. Вярно ли изразявам това, което ти мислиш?

А.К. - Абсолютно и тъкмо затова, опитвайки се да бъда по-точен, по-горе аз квалифицирах математическата реалност като неизчерпаем източник на информация

...
А.Л. - Съгласен съм, че тя е неизчерпаема, но не съм съгласен с твоята интерпретация на теоремата на Гьодел. Няма съмнение, че проблематиката е неизчерпаема, но не приемам, че в математиката едно съждение може да е вярно и заедно с това да не е доказуемо.

А.К. - Различието между истинност и доказуемост е един от важните резултати на Гьодел. Не проблематиката е неизчерпаема, е самата реалност.

А.Л. - ... Както Марко много добре го каза, "Когато Господ хареса дадено твърдение, той го обявява за вярно"; аз бих могъл да добавя само още една аксиома.

А.К. - Не! Да вярваш, че това означава само нерешимо, означава да не разбираш теоремата на Гьодел. Ако тя се отнасяше само за нерешимост, ти щеше да си прав, но не е така. Теоремата на Гьодел е много по-силна. Тя гласи, че в една логико-дедуктивна система винаги съществува твърдение относно целите натурални числа и единствено за тях, което е истинно и недоказуемо в системата от аксиоми, но то няма да е нерешимо. Това е значително по-смущаващо.

А.Л. - Какво разбираш, като казваш, че е вярно?

А.К. - Това, че не може да се опровергае с контрапример ...

Да кажа още веднъж. Допусни, че имаш система от аксиоми като тези в теорията на множествата. Възможно е едно от двете: или системата е непротиворечива, или е

противоречива. Ако е непротиворечива, нейната непротиворечивост е факт, който по метода на проекцията се превежда във вярно аритметично твърдение.

А.Л. - И това твърдение е недоказуемо.

А.К. - Това твърдение е недоказуемо вътре в аксиоматичната система на теорията на множествата ...

М.П.Ш. - Ще се върна към онова, което казах. Когато използваме думата "реалност", ние влагаме в нея същия смисъл, който влагат епистемолозите.

А.Л. - Не съм съгласен. Аз стоя по-близо до вашия възглед, отколкото до Ален, а вашите позиции не съвпадат, противно на това, което смятате.

А.К. - Същественото в моята позиция е различието между обекта, който аз наричам "архаична реалност", и аксиоматичния инструментариум. Не бива да се смесва обектът като следствие от цели естествени числа и аксиоматичната система, логическите изводи.

М.П.Ш. - Изцяло се присъединявам.

А.Л. - Нямам нищо против. Трябва да се прави разлика между равнищата.

М.П.Ш. - Това, което иска да каже Ален и което според мен е много важно, е, че има съзидателна мощ в тази математика, която произтича от автентичността с това равнище на съществуване. Бих посочил, че същото нещо е във всички науки. Съзерцаването на Природата също е неизчерпаем източник на информация.

Това схващане не трябва да се отъждествява с възгледите на Платон. Идеята на Платон, че добрата конституция поражда добра държава, е като идеята на Бурбаки, че добрата аксиоматика означава добра математика. Колкото се отнася до нас, ние поддържаме обърнатия дискурс на Питагор, че целите числа управляват света ...

Глава IV. Фундаментална теория и реални пресмятания

А.К. - Както видяхме във връзка със стандартния модел, начинът, по който записваме лагранжиана, отразява нашите знания във физиката. Но ние сме далеч от умението да извеждаме чрез пресмятания всички познати явления, а да не говорим, че това едва ли и по принцип е възможно.

М.П.Ш. - Все пак струва ми се, макар че с радост бих приел да ме поправите, че за да изчислим взаимодействието на електрони, ние трябва да въведем параметри, които не знаем ...

А.Л. - ... коефициентите на взаимодействие?

М.П.Ш. - ... коефициентите на взаимодействие, които не са известни. Няма причина това да са единствените параметри за взаимодействието на електроните два по два, но ще трябва да имаме и параметрите за взаимодействието на електрони три по три и т.н.

А.К. - Прекъсвам ви на момента, защото това чудо е станало много отдавна - още при възникването на теорията на полето и всички параметри, за които говорите, са определени от лагранжиана на теорията на полето. В химията броят на електроните

е запазваща се величина, така че когато се записва хамилтонианът на разглежданата система, се стига до оператор в Хилбертовото пространство и, за просто тяло с n електрона, това пространство на Хилберт е n -тата степен на пространството за една частица. Един електрон дава водород, два електрона дават хелий и т.н. В тази формулировка има пълна независимост между пространствата, съответстващи на броя на електроните.

В този формализъм на химията е възможно да се запише хамилтонианът на системата, но ще се стигне до твърде сложна формула за този оператор и неговият физически смисъл не е много ясен.

В действителност нещата стават ясни, но не благодарение на теорията на полето. От 1927 г., малко след статията на Дирак върху квантуването на електромагнитното поле, Йордан и Уигнър показват, че квантуването на едно поле на фермиони, каквито са електроните, включва автоматично принципа на Паули за забраната и позволява хамилтонианът на системата да се запише по удивително прост начин. Разглежданият от тях случай е този на поле без взаимодействие, но много скоро след това, благодарение особено на Хайзенберг и Паули и на Дираковата теория на позитрона, е получен хамилтонианът на квантовата електродинамика. Този хамилтониан вече не запазва броя на частиците и въвежда преходите между химическите частици, които притежават различен брой електрони. Така се преминава от химията към ядрената физика.

Хамилтонианът е известен, но пресмятанията са неимоверно трудни. Единствените познати методи са тези на пертурбацията, които изразяват резултата във вид на ред, чиито членове са така наречените диаграми на Файнман. Редът може да се представи чрез степените на константата, която дава силата на взаимодействието и която, за електродинамиката, се нарича "константа на фината структура" (тя е безразмерна и е от порядък $1/137$). Проблемът е в това, че когато се пресмятат коефициентите на реда, т.е. Файнмановите диаграми, се стига до интеграли, които нямат смисъл, защото са разходящи. Ренормализацията е процедура, която позволява да се заобиколи проблемът, без обаче да се разреши.

А освен това не е възможно да се отдели по самосъгласуван начин система със зададен брой на електроните. Това няма смисъл, тъй като хамилтонианът не запазва подпространството, зададено от състоянията с n електрона. Еволюцията във времето означава преход от система с определен брой електрони към друга система с различен брой електрони - това, което алхимиците са наричали "трансмутация на елементите".

М.П.Ш. - Това, което казваш ти, е много по-силно от онова, което аз казах. Аз се изразих опростено и затова невярно, но ако говоря строго научно, това ще е вярно. В един определен момент трябва да се прибегне към някакъв опростяващ принцип, който да позволява да се преминава към малък брой квантови параметри, така че този принцип е напълно оправдан от експеримента, но не може да бъде оправдан ...

А.К. - ... не може да се оправдае в теорията, защото тя води непосредствено до ядрото. Химията не е самосъгласувана наука, тя може да бъде само приблизителна: "алхимията", т.е. трансмутацията на елементите, по необходимост трябва да е вклю-

чена, ако искаме в химията да не се пренебрегват ядрените ефекти.

А.Л. - В граничния случай няма много смисъл да се говори за електрона. Трябва да се говори в термините на полето.

А.К. - Единственият последователен начин е да се говори в термините на квантуваните полета.

М.П.Ш. - Полето няма фиксиран брой на електроните.

А.К. - Разбира се, че няма и именно в това е една от трудностите на теорията на полето. Теорията на полето трябва да включва раждане и унищожаване на частици.

М.П.Ш. - При пресмятанията се предполага, че са зададени масата и зарядът на ядрото.

А.К. - За да говорим за атомното ядро по задоволителен начин, трябва да използваме стандартния модел, който вече е по-добре развит от електродинамика. Но за да изучаваме някои явления, чиято природа по същество е електромагнитна, трябва да съкратим този модел и да се задоволим с частта, която представя квантовата електродинамика, като въвн от него отпаднат слабите и силните взаимодействия. Освен това, когато се прави това приближение, не може изобщо да се пренебрегват раждането и унищожаването на частици, без при това да се изпадне в парадокси като този на Клайн.*

А.Л. - Стигаме до "приблизителни истини".

А.К. - Безусловно! Какво би трябвало да се направи, за да се осъществи пресмятането, за което ти говореше? Трябва да се изнамери някакво свързано състояние, в което съставлящите ядрото частици са с фиксиран брой: толкова неутрони, толкова протони, толкова електрони. ... Опитват се да принудят хамилтониана на системата да оставя инвариантно пространството на n електрона, а това е грешка. Грешка е от самото начало.

А.Л. - Операторите на раждане и унищожаване са там.

А.К. - Операторите на раждане и унищожаване ни извеждат въвн от това пространство, а и с тях формата на хамилтониана не става по-проста. По-скоро става грозна. Но така наново можем да изучаваме химията, т.е. имаме приблизителни членове, даваме им някакви имена и започваме да готвим. Ясно е, че ще се получат качествено правилни резултати, но е ясно също, че не може да се изисква твърде много от тази теория в концептуален план.

М.П.Ш. - Не е ли това в достатъчна степен самосъгласувано?

А.К. - Не, нямаме необходимата самосъгласуваност.

А.Л. - Представата, че човешкото същество е съставено от частици, би била грешна, ако не се вземаше под внимание, че трябва да има оператори на раждане и унищожаване и т.н.

М.П.Ш. - Химията не спира дотук. Бих казал, че е математическо опиянение да се стремиш да отидеш по-далеч в изчисленията.

Наблюдава се нов взрив на реалното. Идва ми наум една дума, която е била на

* Проникване на частици в полупространството, заемано от безкрайно висок потенциален бариер (О. Клайн, 1928 г.). - Бел.прев.

мода през 1930-те години - думата "емергентност" (възникване). На равнището на атома и молекулата възникват свойства, които при днешното състояние на нашите знания е невъзможно да се разглеждат като изводими от физиката. Да вземем ядрото на бензина; за него можем повече или по-малко да пресметнем полето, действащо върху електроните, които кръжат около него. Тук помага това, че ядрото на бензина е аномално стабилно, това е емпиричен факт. Може да се използва математиката, но трябва да се създаде някакъв модел и именно този модел да отчита правилно емергентното свойство, без да имаме каквото и да е оправдание за това. Де Посел ми обърна внимание на нещо, което аз бях пропуснал: ние не умеем да решаваме механични задачи с триене. Андре знае това. Ако вкараме триенето при въртливо движение, не се знае кой е този закон, който не би ни довел до противоречия с наблюденията, или казано по-просто, до математически абсурди. Известно е, че дълбок ров разделя механиката с триене от аналитичната механика. Има възникване на нови свойства. За химията например устойчивостта на бензина е едно емергентно свойство.

А.К. - При тези условия това е повече емпиризъм отколкото наука.

М.П.Ш. - Не е.

А.К. - Искам да кажа, че е просто констатация на факт.

М.П.Ш. - Констатация е, няма съмнение, но тук разсъжденията започват от определен брой данни, в случая взети от химията.

А.Л. - Експериментални данни нали?

А.К. - Мисля, че трябва да се прави разлика между опростяванията, които се налагат, за да разберем едно конкретно явление, и фундаменталните дадености на една теория. Даже и в теория, в която движещият принцип е прост, се налага да бъдат построени няколко йерархични етажа, за да се увеличи ефективността на пресмятанията. Вярно е, че много често се налага да се изкачваме значително по-бързо от един етаж на следващия и всеки път да даваме необходимите доказателства. Напълно убеден съм, че ако имаме възможност да правим пресмятанията докрай, щяхме да успеем да оправдаем валидността на емпиричните модели, за които говори Марко.

М.П.Ш. - Хората, които се занимават с квантова химия, често правят пресмятанията си с цената на нечисти трикове. Мястото, в което нещо възниква, много трудно се фиксира. Взех примера с бензина, но бих могъл да дам и по-прост пример от таблицата на Менделеев - йона на антимона, който от гледна точка на химията се държи като атом, макар че не е. Самият бензин също има поведение на атом, макар че не е. В една по-разработена химическа теория, каквато е органичната химия, възникват нови явления и на всяко едно от тях съответства конкретна теория, благодарение на която частично се преодолява споменатият по-горе дълбок ров.

А.К. - Аз бих говорил не за "дълбок ров", а за "йерархични етажи".

А.Л. - Ще дам един пример, който е в същия дух. Познавам един физик от университета "Рокфелър", Еди Коен, който е един от най-добрите специалисти по статистическа механика в света. Той се занимава с Болцмановата кинетична теория на газовете. В уравнението на Болцман се разглеждат ударите между две частици. Много

по-късно Боголюбов изучи ударите между три частици, четири частици и т.н. С три или с четири частици първите членове са разходящи. Приятелят ми Косен разви следния интересен подход: вместо да изучава тройни удари, които нямат смисъл и водят до разходимости, той разглежда три билиардни топки и оценява за кратък интервал от време колко пъти стават двойни удари между тези три топки. Това позволява в уравнението на Болцман да се видоизмени операторът на ударите за три, четири и т.н. частици. Интересният математически факт е, че се появява геометрия на числата. Ако се вземат сфери, възможният брой на двойните удари е максимален, което следва от теоремите за плътна опаковка на сфери. Това е позволило да се пресметне на големите компютри в Лос Аламос както вискозитетът, така и определен брой основни коефициенти на газ, а също на течности. Получените резултати точно съответстват на експерименталните стойности. Поради това аз ще поставя своя въпрос по следния начин: какво е онова, което не разбираме в химията?

М.П.Ш. - Струва ми се, че когато преминаваме към една по-ограничена група от химически вещества, ние въвеждаме нови понятия, които преди това не са играели роля. Например понятието за алкохол се въвежда в органичната химия. То не е имало място в химията на минералите, където няма нищо подобно. В химията на ароматните съединения ще имаме нови предикати. ... Струва ми се прекалено оптимистично да очакваме, че математиката ще пробие една толкова дебела стена ...

А.К. - Нужна е много точна перспектива на теорията на полето, на онова, което при веднъж зададен лагранжиан представлява математическото описание на външния свят, включително частиците, кварките u и d , електронът и неутриното, а също и другите семейства на лептоните и кварките, ако това е необходимо.

При все това има значителна разлика между тази математическа даденост и онова, което виждаме, което пипаме, т.е. външната осезаема реалност. За мен именно дебелината на стената, за която ти говориш, е под въпрос. Другояче казано, даже ако лагранжианът на стандартния модел съдържа в кондензиран вид цялата насъбрана информация, работата, необходима за извличането от този лагранжиан на информация за химията, в частност за химията на въглерода, практически е неизпълнима. Без помощта на външната реалност, на експеримента, не е ясно дали е възможно стената да бъде пробита.

М.П.Ш. - Аз също бях склонен да смятам, че има дълбок ров, преграда, пропасть, която е невъзможно - нека вземем за пример само динамиката на земната кора - да преодолеем ... Когато се опитваме да се прикачим към математиката, струва ми се, много често изниква някой непредвиден математически факт и оттам нататък определя изчисленията. В областта, която вие представихте, има един емпиричен факт: нещата вървят, когато по изрази на някои физици се постига "сепарабельност", което трябва да означава, че емергентното явление определя пресмятанията. Ще има стоци и хиляди като този факт, каквото и да е равнището, което моделираме. Другояче казано, това е въпрос на оптимизъм, който аз не споделям, защото вярвам в автономността на дисциплините.

Бих посочил огъня като пример за емергентно явление. Огънят е съвършено необясним. Съчетаването на специфични фактори в огъня ...

А.Л. - ... убеден съм, че огънят е особен връх в духовната история на човечеството ...

М.П.Ш. - ... Може да се каже и така. Това е връх в природата, но има и други. Все пак онова, което искам да подчертая, е, че няма огън, който да не е в човешките мащаби. Няма субмилиметров огън. Не може да има огън в десета от милиметъра.

А.Л. - Напротив, Слънцето не е огнена топка.

М.П.Ш. - Обратно, от момента, в който огънят стане твърде голям, това повече не е огън, това е огнена буря. Такава буря направиха съюзниците в Хамбург, а също в Дрезден. Подобно нещо възниква от време на време и в природата: това е метеорологично явление с фантастични форми. Пожарът се изменя качествено и се превръща в огнена буря.

А.Л. - Промяната на мащаба изменя и природата на явлениято.

М.П.Ш. - Явлението е извънредно рядко. То възниква понякога при горските пожари. Вместо температурата да е 600° или 700° , тя става 1200° или 1300° . По тази причина в Хамбург и в Дрезден броят на жертвите е бил извънредно голям. Английският щаб съзнателно е направил така, че да възникне огнена буря. Проверявал съм микроскопския аспект на явлениято "огън" заедно с експериментатори, на които предложих този проблем. Невъзможно е да се създаде огън под някакъв мащаб. В атомен мащаб, от гледна точка на атома един mm^3 или един km^3 е едно и също нещо; при положение, че средният пробег на молекулите е от порядък една хилядна от микрона, а диаметърът на атомите е подобен, то един mm^3 е вече нещо твърде голямо. Така че параметрите (вискозитет и т.н.) и явленията на топлообмен са такива, че в този мащаб не можем да осъществим Бунзенова горелка. Това е част от особеностите на огъня.

При промяна на мащаба почти всички физични явления проявяват свойства, които се дължат на мащаба и които не могат да бъдат екстраполирани нито за по-малък, нито за по-голям мащаб.

А.Л. - Де Жен би се съгласил с теб за това.

М.П.Ш. - Това е вярно за хидродинамичните явления. Ако ние сме мравки, единствените сили, които ще имат значение за нас, ще бъдат осмотичните и капилярните сили. Последните са извънредно мощни на равнището на мравка, но са без значение в мащабите на човека. Осмотичното налягане или повърхностното напрежение, всичките тези сили, които не представляват интерес за теоретичната физика, на равнището на мравките са определящи.

А.Л. - Все пак тези сили са от значение за механиката.

Подбор и превод: Михаил Бушев