

ПРОДЪЛЖАВАМЕ. ВЪПРЕКИ.

Последната страница (497) на последната книжка (4) на последния том (XXX, 2007) на „Светът на физиката“ завършва с прощалните редове на редколегията: „На края на своя мандат, редколегията на „Светът на физиката“ благодари на всички свои сътрудници и читатели, съдействали активно за неговото списване и разпространение; благодари на УС на СФБ за поддръжката за издаването му. Пожелава на новия екип да продължи с успех благородното дело за популяризиране и разпространение на физичните знания у нас“.

Това всъщност беше и краят на отчета на редколегията пред УС и пред VI конгрес на Съюза, с който редколегията депозираше и своята оставка. И напълно основателно. Формално: близо десетилетие (вече трети мандат), с малки изменения, този колектив – така или инак – беше списвал списанието – запазил облика, удвоил обема, подобрил вида и го вкарал в internet... И морално: за съжаление, със слаба обратна връзка, без проявен по-широк читателски интерес, без съществено увеличение на разпространението му ... Да не говорим за мъчителните усилия да уговорим наши колеги за авторско участие в списването му... На трите последни учителски конференции, където се събира елитът на преподавателите по физика от средните училища, бяха продадени по 1 (словом: един) брой от списанието. Когато в един студен ноемврийски ден трима професори на обща възраст, надхвърляща 200 години, пренесоха с отвратителния софийски транспорт 150 броя на току-що отпечатаната четвърта книжка на списанието – за да могат делегатите на конгреса (когато трябваше да се избира нов екип за издаване на списанието) да го имат под ръка – от него беше продадена – още една книжка... Един хабилитиран преподавател от извънстолично висше учебно заведение ме потупа по рамото и се похвали, че подготвя курса си по „История на физиката“, като обилно ползва материалите от списанието, но не е абониран за него, а го чете чрез internet. Едва ли причините са финансови – една книжка (на три месеца) струва по-малко от кутия долнокачествени цигари, а годишният абонамент – не повече от бутилка вино в кръчма... Нека го кажем ясно: не става дума за налагане на списанието, а за неговото разпространение и възможен достъп до ученици, студенти, преподаватели.

Явно, с това си съдържание и облик списанието не може да преодолее разстоянието до по-ширака аудитория – както за автори, така и за читатели... Но, ако (част) от ежегодните Нобелови лекции по физика, които публикуваме, са поводът за обвиненията, че сме вдигнали летвата много високо, приемаме този упрек, но не смятаме да се съобразим с него. Ако са упрещите, отправени от наш колега, откърмен с (отминалия ни, слава Богу) войнстващ държавен

атеизъм, по повод размислите на знаменити учени, наши съвременници, за връзката между наука и вяра, приемаме и този грях, но ще продължим да публикуваме текстове, свързани с метафизични проблеми. Публикуваме становищата на видни световноизвестни учени за състоянието на науката, за пътищата на нейното развитие, особено в страните в преход – за научната политика на държавата и взаимоотношенията ѝ с обществото, защото никой у нас не обсъжда тези проблеми публично, въпреки че се мърмори много или ръмжи, сравнявайки заплатите си с тези на автобусните шофьори (забравили, че преди няколко десетилетия завиждахме на парите, които изкарват фаянсаджите). Ако старите архиви на СФБ са изчезнали, следа за съюзния живот ще остане само това, което се публикува в списанието, стига да има кой да го напише. Както и скромния писмен паметник на напусналите ни колеги...

Не можем, обаче, да изоставим нашите близо двеста абонати, останали верни и подкрепляли „Светът на физиката“ в продължение на много години. И ако чиновници към Националния Фонд за Научни Изследвания към МОН са решили (вече няколко години), че е безсмислено да финансират научнопопулярни списания, или новото ръководство (за разлика на многогодишното досегашно сътрудничество) на Агенцията за Ядрено Регулиране не може да задели няколкостотин лева за разясняване на ролята и значението на съвременната ядрена енергетика и нейното развитие у нас, то УС на БАН в продължение на много години активно подкрепя съществуванието на „Светът на Физиката“ и са сред основните му спомоществователи. Не можем да отминем и отзивчивостта на други отговорни институции, спонсорирали изданието. А великодушните и безкористни лични дарения на духовно богати наши колеги, както и добрите думи на отделни читатели извън физичната общност, означават за нас повече, отколкото заобикалящата ни апатия и незаинтересованост.

И тъй като на Конгреса, наистина след казани добри думи за списанието, не се намериха други мераклии да поемат щафетата и да поемат по-нататък, ние продължаваме. Тъй както можем, и докато можем.....

Не можем да абдикираме. Защото поведението на Гюро Михайлов е несравнено по-достойно, отколкото на Андрешко, както и дейността на Матей Миткалoto по-значима, отколкото тарикатльците на бай Ганьо...

С уважение,





Под тази рубрика и под заглавие „**Още веднъж за популяризацията на науката**“ известното руско научно-популярно списание „Наука и жизнь“ публикува в началните страници на кн. 8 от 2007 г. мнението на световно известния физик акад. Виталий Лазаревич Гинзбург, Нобелов лауреат по физика за 2006 г.

Въпросът за популяризацията на науката, повишаването на престижа на професионалния изследовател, инженера или преподавателя днес става особено актуален.

Най-после държавата (става дума за Русия! – бел. прев.) обърна внимание на науката и започва да влага значителни средства в перспективни научно-технически проекти. Но тези вложения ще бъдат ефективи само в случай, че успеем да осигурим приток в науката на талантливи и енергични младежи. И тук не бива да се ограничим само с материални стимули. Не по-маловажно е устойчив обществен интерес, бих казал „обществен ентузиазъм“, ако не към науката изобщо, то поне по отношение на онези направления, в които имаме шансове да бъдем заедно със световните лидери.

В този смисъл днес в Русия всеки голям научно-технически проект може и трябва да стане не само „локомотив“ на някакво конкретно научно направление, но и инструмент за повишаване на интереса на младите към науката като цяло, инструмент за формиране на престижа на интелектуалните професии в обществото. (...)

Аз нееднократно писах, че в Русия няма необходимото за научно-техническото развитие ниво на информационен поток. Това се отнася както за просвещаване на широката публика, така и за подаване на информации за професионалистите (и младите хора, стремящи се да станат такива). Например, у нас липсват издания, аналогични на чуждестранните списания „Nature“, „Physics World“, „Physics Today“. Друг пример: и в Америка, и в Англия физичните общности действат активно, което едва ли може да се каже за нашето. Заслужава да се отбележи, че за революцията в областта на нанотехнологиите „Nature“ реагира с публикуването на около петнайсет (!) тематични приложения както в книжен, така и в електронен формат. Остава или само да завиждаме на такава скорост на реакция, или и ние да работим така оперативно.

Мисля, че е назряла необходимостта от създаването на координационен съвет по въпросите за информационното съпровождане на приоритетите за научно-техническите проекти. В състава на съвета трябва да участват учени, журналисти, представители на научните редакции на водещите медии и на пресслужбите на научни организации. По-късно може да се мисли за организирането на междуведомствен информационен център. Важно е тези структури да могат да започнат работа колкото се може по-скоро. Защото, за да наваксат пропуснатото в сферата на научно-техническото информационно обслужване не, остава толкова много време.

Превод: Н. Ахабабян

АБОНАМЕНТ За сп. „Светът на физиката“

- на адреса на редакцията – ул. Джеймс Баучер № 5
 - в канцеларията на СФБ
- в канцеларията на Софийския клон на СФБ
 - във всяка пощенска станция – кат. № 1686

Годишен абонамент – десет (10) лева

Намаление за ученици, аспиранти и пенсионери – пет (5) лева

АСИМПТОТИЧНАТА СВОБОДА: ОТ ПАРАДОКСИТЕ КЪМ ПАРАДИГМИТЕ



Франк Вилчек
(Нobelова лекция, 8 декември 2004)

1. Двойка парадокси

В теоретичната физика парадоксите играят положителна роля. Това изглежда парадоксално, защото парадоксът прилича на противоречие, а противоречието предполага наличие на сериозна грешка. Но в природата противоречия не се реализират. Ако нашите физични теории водят до парадокси, ние сме длъжни да намерим изход. Така парадоксите заострят нашето внимание и ни карат да се замислим по-дълбоко.

Когато Дейвид Грос и аз започнахме изследванията [1-3], които ни доведоха до Нobelовата награда, движеща сила бяха парадоксите. Разрешавайки ги, ние открихме нов динамичен принцип – асимптотичната свобода. От своя страна, този принцип доведе до разширяването на концепцията за фундаментални частици, до нов възглед за това как материята придобива маса, до нова и много по-ясна картина на ранната Вселена и до нови идеи за единството на природните сили. Сега искам да ви разкажа за тези идеи.

1.1. Парадокс 1: кварките се раждат свободни, но се срещат само свързани. Първият парадокс беше феноменологичен. В началото на двайсетия век, след пионерските експерименти на Ръдърфорд, Гайгер и Марсден, физиците откриха, че огромната част от масата и целият положителен електричен товар на атома е концентриран в малко ядро в центъра. През 1932 г. Чадик откри неutrona, който, заедно с протона биха могли да се разглеждат като основни градивни елементи на атомното ядро. Обаче, известните дотогава гравитационни и електромагнитни сили бяха недостатъчни, за да свържат протоните и неutronите в такива малки обекти, каквито са атомните ядра. Физиците се сблъскаха с нова сила, най-мощната в природата. Да се разбере тази нова сила се превърна в основно предизвикателство на фундаменталната физика.

За да се справят с това предизвикателство, в продължение на много години физиците събраха данни, като произвеждаха сблъсквания между протоните и неutronите и изучаваха възникващите от това продукти. Обаче резултатите от тези изследвания се оказаха сложни и трудни за интерпретиране.

Очакваше се, че ако частиците са действително фундаментални (т.е. нераз-

рушими), то след сблъскванията им ще си останат същите частици но само с изменени траектории. Вместо това, след сблъскванията, се получаваха множество частици. Крайното състояние можеше да съдържа както по няколко броя от изходните частици, така и съвсем различни частици. Много от новите частици бяха открити именно по такъв начин. Независимо, че тези частици обикновено наричани адрони, бяха нестабилни, техните свойства бяха подобни на свойствата на протоните и неutronите. Така характерът на изследванията се измени. Вече не можеше да се каже, че става дума просто за изучаване на една нова сила, свързваща протоните и неutronите в атомното ядро. По-скоро се разкриваше един нов свят от явления. И този свят съдържаше множество нови неочаквани частици, превръщащи се една в друга по удивително множество различни начини. Като отражение на промяната във възгледа се получи и изменение на терминологията. Вместо за ядreni сили физиците заговориха за силни взаимодействия.

В началото на 60-те години Мъри Гел-Ман и Джордж Цвайг постигнаха голям напредък в теорията на силните взаимодействия, предлагайки понятието за кварките. Ако си представите, че адроните не са фундаментални частици, а се състоят от известен брой основни частици – кварки, то всичко си идва на място. Десетки наблюдавани адрони, поне в грубо приближение, могат да бъдат обяснени с различните възможни начини на съединяване на само три типа („аромати“) кварки. Един и същ набор от кварки може да има различни пространствени орбити и разнообразни спинови конфигурации. Енергията на такава система ще зависи от всички тези фактори, и по такъв начин се получават състояния с различни енергии, съответстващи на частици с различни маси, съгласно формулата $m=E/c^2$. Това е аналогично на обяснението на спектъра на възбудените състояния на атома, които възникват от различните орбитални и спинови конфигурации на електроните в атома. (Наистина, енергийното взаимодействие на електроните в атома са относително малки и тяхното влияние върху пълните маси на атома е незначително).

Обаче, правилата за използване на кварките при моделиране на реалността изглеждаха доста странни и непонятни.

Предполагаше се, че кварките почти не чувстват присъствието на съседите си, когато се намират близо един до друг, но ако пък се опитате да изолирате един от тях, установявате, че това е невъзможно. Опитите да се намери изолиран кварк така и не се увенчаха с успех. Наблюдавани се оказаха само свързани състояния на кварк с антикварк (мезони) и на три кварка (бариони). Тази експериментално наблюдавана закономерност беше въздигната в „принцип на ограничението (кънфайнмент)“. Но това възвишено название не направи явлението по-малко тайнствено.

Кварките притежаваха и други забележителни особености. Предполагаше се, че техните електрични товари са дробни (1/3 или 2/3) спрямо единица-

та основен електричен товар, например този на електрона или на протона. Известно е, че всички останали наблюдавани товари, които са измерени с голяма точност, се оказват кратни на основния. Освен това, изглеждаше че тъждествените кварки не се подчиняват на обикновените правила на квантовата статистика. Тези правила изискват кварките като частици със спин $1/2$, да бъдат фермиони, т.е. да имат антисиметрични вълнови функции (ако не се отчита цветната симетрия). Обаче образуването на наблюдаваните бариони не може да се обясни с антисиметрични вълнови функции; то изисква симетрични вълнови функции.

Атмосферата на тайнственост около кварките се превърна в парадокс, след като Дж. Фридман, Г. Кендел, Р. Тейлър и техни колеги на линейния ускорител в Станфорд (SLAC) насочиха фотони с високи енергии във вътрешността на протони² и намериха в тях нещо подобно на кварки. Неочакваното беше, че при силните удари кварките се движеха (по-точно – предаваха енергия и импулс) като свободни частици. Преди този експеримент голяма част от физиците предполагаха, че каквито и да са силните взаимодействия на кварките, те би трябвало да заставят кварките да излъчват обилно енергия, и следователно при рязко ускорение енергията на движение бързо ще се разсее.

С известна доза пресилване, обвързването на излъчването със силите изглеждаше неизбежно и съдържателно. Наистина, свързването на силите с излъчването ни припомня за някои от най-ярките епизоди в историята на физиката. През 1864 г. Максуел предсказа съществуването на електромагнитното излъчване (включително обикновената светлина, но не само нея) като следствие на неговата самосъгласувана и всеобхватна формулировка на електричните и магнитни сили. През 1883 г. това ново излъчване беше генерирано и регистрирано от Херц (а през двайсетия век развитието на тези опити доведе до революция в средствата за комуникация и много други области). Значително по-късно, през 1935 г. Юкава предсказа съществуването на пиона, основавайки се на своите изследвания на ядрените сили. Тези частици бяха открити в края на 40-те години, а съществуването на много други адрони беше предсказано чрез обобщаване на тези идеи. (За експертите – имам предвид множеството резонанси, които бяха наблюдавани за пръв път при анализа на парциалните вълни, а след това в процесите на раждане на частици). Сравнително неотдавна беше предсказано съществуването на W- и Z- бозоните и цветните глюони и техните свойства бяха описани преди тяхното експериментално наблюдение. През 1972 г. тези открития все още предстояха, но от примерите се вижда, че нашата тогавашна загриженост не е била без основание. Изглеждаше, че колкото по-силно е взаимодействието, толкова по-мощно е съответстващото му излъчване. Когато най-силното взаимодействие в природата – ядреното – не се подчинява на това правило, това вече е сериозен парадокс.

1.2. Парадокс 2: специалната теория на относителността и квантовата механика работят едновременно. Втория парадокс е по-концептуален. Квантовата механика и теорията на относителността са две велики теории във физиката на двайсетия век. И двете – много успешни. Обаче тези теории се основават на коренно различни идеи, които е доста трудно да се примирият една с друга. В частност, в специалната теория на относителността (СТО) пространството и времето се разглеждат като равноправни, докато квантовата механика ги третира по различен начин. Стремежът към разрешаване на това противоречие доведе до три предшестващи Нобелови награди, към които може да се добави и нашата.

Първата се падна на П.М.А. Дирак през 1933 г. Представете си частица, движеща се със средна скорост много близка до тази на светлината, но с неопределено местоположение, както се изиска от квантовата механика. Очевидно, с известна вероятност скоростта на частицата може да се окаже малко над средната, и следователно, по-голяма от скоростта на светлината, което е забранено от специалната теория на относителността. Единствения известен начин да се разреши това противоречие е въвеждането на понятието за античастица. Грубо казано, необходимата неопределеност в местоположението на частицата се удовлетворява, ако се допусне, че в процеса на измерване могат да се родят няколко частици, неразличими от началната, но намиращи се в различни точки на пространството. За подържане на баланса на запазващите се квантови числа, допълнителните частици трябва винаги да се придвижват от същия брой античастици. (За разлика от моите евристични съображения, Дирак предсказа съществуването на античастиците, използвайки серия от остроумни интерпретации и реинтерпретации на откритото от него релативистично уравнение. Сега, оглеждайки се в миналото, разбираме доколко неговите умозаключения и тяхната връзка с основни принципи на квантовата механика и специалната теория на относителността са били неизбежни и общи).

Втората и третата от споменатите награди бяха дадени на Р.Файнман, Дж.Шингер и С.И. Томонага (1965) и на ‘т Хофт и Велтман (1999). Основната задача, с която в една или друга форма се занимаваха всички тези учени, беше проблемът на ултравиолетовата разходимост.

При отчитане на СТО, квантовата теория трябва да позволява енергията да флукутира за кратки интервали от време. Това е обобщение на допълнителността между импулса и положението на частицата, която е същностна за обикновената нерелативистична квантова механика. Казано по-просто, за кратки времена може да се взаимства енергия, за да се създадат кратко живущи виртуални частици, включително и двойки частица-античастица. Всяка двойка изчезва скоро след появяването си, обаче непрекъснато възникват (и изчезват) нови двойки за установяване на равновесно разпределение. По

такъв начин въlnовата функция на (привидно) празното пространство се за-
селява гъсто с виртуални частици, а самото празно пространство се държи
като динамична среда.

Виртуалните частици с много големи енергии създават специални проб-
леми. Ако пресметнете в каква степен свойствата на реалните частици и на
техните взаимодействия се променят от въздействието на виртуалните час-
тици, вие ще получите разходимости, дължащи се на виртуалните частици с
много големи енергии.

Този проблем е пряко свързан с проблема, инициирал възникването на
квантовата теория, т.е. „ултравиолетовата катастрофа“ на теорията на из-
лъчване на черното тяло, разгледана от Планк. Проблемът се състоеше в
това, че според класическата физика високоенергетичните моди на електро-
магнитното поле би трябвало да се проявяват като топлинни флуктуации в
такава степен, че от изискването за равновесие при всяка крайна темпера-
тура да следва, че тези моди съдържат безкрайна енергия. Трудността идва-
ше от възможността за флуктуации с малки амплитуди но с бързи вариации
в пространството и времето. Елементът на дискретност, въведен от квантов-
ата теория, не позволява флуктуации с много малки амплитуди, защото на-
лага долна граница за техния размер. Остават флуктуациите с относително
големи амплитуди, които според предвижданията възникват рядко при топ-
линно равновесие и не създават проблеми. Но квантовите флуктуации, в срав-
нение с топлинните, са много по-ефективни при възбудждането на високоен-
ергични моди, под формата на виртуални частици, и именно тези моди от-
ново ни преследват. Например, дават разходящ принос в енергията на вакуу-
ма, т.нар. нулева енергия.

За преодоляване на тези трудности беше създадена теорията на пренор-
мировките. В основата на тази теория лежи наблюдението, че макар и взаи-
модействията с високоенергетични виртуални частици да изглежда че водят към
разходимости, тези разходимости притежават структура. А именно, ед-
ни и същи поправки възникват отново и отново за различни физични процеси.
Например, в квантовата електродинамика (КЕД) съществуват точно два
вида разходящи изрази, един от които се проявява при изчисляване на поп-
равката към маста на електрона, а другият – при изчисляване на поправките
към неговия електричен заряд. За да бъдат изчисленията коректно дефини-
рани математически, ние трябва изкуствено да изключим приноса на най-
високоенергетичните моди, т.е. да потиснем техните взаимодействия. Тази
процедура се нарича обрязване или регуляризация. В края на краишата ние
искаме да се избавим от регуляризациите, но в промеждущните стадии сме
дължни да ги запазим, за да имаме добре дефинирани (крайни) математичес-
ки изрази. Ако сме склонни да вземем масата и заряда на електрона от екс-
перимента, ние можем да отъждествим формалните изрази за тези величи-

ни, включително и потенциално разходящите поправки, с техните измерени стойности. След такова отъждествяване, можем да се избавим от обрязването. По такъв начин получаваме добре дефинирани отговори на всички останали интересуващи ни въпроси в КЕД, в термините на измерените маса и заряд.

Файнман, Швингър и Томонага развиха в КЕД техника за записване на поправките, произлизащи от взаимодействията с произволен краен брой виртуални частици и показаха, че ренормализационната теория работи в най-простите случаи. (Аз съм малко неактуален при използване на терминологията; вместо за брой виртуални частици е по-добре да се говори за броя вътрешни възли в една Файнманова диаграма). Фримън Дайсън даде общото доказателство. То беше твърде сложно и изискваше развиването на нови изчислителни техники. 'т Хофт и Велтман показаха, че пренормируемост притежават значително по-широк клас теории, включително и калибровъчните теории със спонтанно нарушение на симетрите, които Глешоу, Уйнбърг и Салам бяха използвали за изграждане на Стандартния модел на електрослабите взаимодействия. И това, отново, беше новаторска и технически сложна работа.

Обаче и тази блестяща работа не изясни цялата сложност на нещата. Много дълбок проблем откри Ландау [4]. Ландау твърдеше, че виртуалните частици ще се стремят да се струпват около една реална, докато съществува некомпенсирано взаимодействие. Този ефект се нарича екранировка. Процесът на екраниране може да бъде спрян само в случая, когато източникът заедно със своя облак виртуални частици престане да влияе на останалите виртуални частици. Но това означава, че тогава процесът спира и взаимодействието изчезва!

По такъв начин, всички забележителни работи по КЕД и по по-общите теории на полето, според Ландау, се оказваха не повече от временни ремонти. Вие можете да получите крайни резултати за ефекта от всеки краен брой виртуални частици. Обаче ако се опитате да отчетете всички възможни приноси, ще достигнете до безсмислен резултат: едновременно и разходящ отговор и отсъствие на взаимодействие.

Ландау и школата му подкрепиха с изчисления тази догадка за много различни квантови теории на полето. Във всички изследвани случаи ефектът на екраниране беше потвърден. Това можеше да се интерпретира като присъда над всякакви изчисления, основаващи се на последователното увеличение на броя на виртуалните частици. Ние можем да заметем този проблем под килима в КЕД или в теория на електрослабите взаимодействия, защото за тези теории отговорите, получени от разглеждането на малък брой виртуални частици съвпада с експерименталните данни с висока точност. Обаче за силните взаимодействия такъв прагматичен подход може да се окаже не-

състоятелен, защото няма причина да се очаква, че голямото количество виртуални частици внася пренебрежимо малък принос в крайния резултат.

Ландау предполагаше, че неговият аргумент отхвърля квантовата теория на полето като начин за примиряване на квантовата механика със СТО. В края на краишата както квантовата механика, така и СТО можеха да се окажат неверни, или трябваше да се появи нов, различен от квантовата теория, метод за непротиворечиво описание на квантовите и релативистични ефекти. Ландау не беше разстроен от такова заключение, понеже квантовата теория на полето не даваше удовлетворително описание на силните взаимодействия, независимо от многобройните опити това да се постигне. Обаче ни той, ни някой друг не предлагаха подходяща алтернатива.

И така, ние достигнахме до парадокс, състоящ се в това, че обединяването на квантовата механика и СТО неизбежно води до квантова теория на полето, която независимо от значителните си успехи, е логически противоречива поради катастрофалния ефект на екраниране.

2. Разрешаване на парадоксите: анти-екраниране или асимптотична свобода.

Посочените парадокси бяха разрешени с помощта на откритата от нас асимптотична свобода.

Ние установихме, че някои много специални теории на полето действително притежават анти-екраниране. Ние нарекохме това свойство асимптотична свобода по причини, които скоро ще изясним. Но преди да опишем тези специфични теории, бих искал на възможно най-достъпно ниво да обясня как явлението анти-екраниране ни позволява да разрешим този парадокс.

Анти-екранирането преобръща проблема на Ландау с краката нагоре. В случая на екраниране, източникът на влияние – да го наречем заряд, имайки пред вид, че това би могло да е нещо съвсем различно от електричния заряд – индуцира появяването на компенсиращ облак от виртуални частици. Големият заряд, разположен в центъра на облака, действа слабо на големи разстояния. Анти-екранирането, или асимптотичната свобода, напротив предполага, че заряд с малка стойност ще катализира появяването на облак виртуални частици, увеличаващи неговата мощност. На мен ми харесва да си го представям като буреносен облак, който става все по-плътен при отдалечаване от центъра.

Понеже виртуалните частици сами са заредени, това нарастване е един процес на самоусилване и разширение. Ситуацията като че ли излиза от контрол. Т.е., за увеличаване на буреносния облак се изисква енергия, а тази енергия заплашва да нарасне до безкрайност. Ако това е така, то преди всичко зарядът не би могъл да се прояви. Значи сме открили начин да избегнем проблема на Ландау, отстранявайки пациентите!

На дадения етап нашият първи парадокс – конфайнмънта на кварките, става теоретична необходимост. Защото той твърди, че съществуват източници – в частност кварките, – които не могат да съществуват самостоятелно. Въпреки това природата ни учи, че в свързани състояния тези частици могат да послужат за строителни блокове. Ако в съседство с частицата-източник се намира нейна античастица (напр. кварк и антискварк), то катастрофичното нарастване на антиекранирация буреносен облак вече не е неизбежно. Защото там, където те се припокриват, облакът на източника може да се компенсира от анти-облака на анти-източника. Свързаните заедно кварки и антискварки могат да притежават крайна енергия, докато всяка една от тях поотделно ще предизвика безкрайно смущение.

От гледна точка на експерименталните данни ние трябваше да можем да обясним причината за отсъствие на излъчване на кварките при ускорителни опити на Фридман, Кендал и Тейлър. Това удивително свойство е също следствие на анти-екранирането. Действително, цветният заряд на кварка е малък на малки разстояния. Той набира своята мощ за иницииране на силното взаимодействие благодарение на акумулирането на разрастващия се облак на големи разстояния. Понеже мощта на неговия вътрешен цветен заряд е малка, кваркът взаимодейства със своя облак доста слабо. Можем да го отдалечим от облака му, и той – за кратко време – ще се държи почти като частица без цветен заряд и без силно взаимодействие. Тъй като виртуалните частици в пространството реагират на изменената ситуация, те ще създадат нов облак, движещ се заедно с кварка, но този процес не е свързан с излъчването на енергия и импулс. Според нас, именно по тази причина беше възможно да се анализират най-важните аспекти на експеримента на ускорителя SLAC – инклузивните сечения, които държат сметка само за общия поток на енергията и импулса – като че ли кварките са свободни частици, макар че в действителност те са силно взаимодействащи и съществуват само в свързани състояния.

По такъв начин и двата парадокса се оказват свързани един с друг и се решават едновременно чрез ефекта на анти-екраниране.

Теориите, в които беше установена асимптотична свобода бяха наречени неабелеви калибропъчни теории, или теории на Янг-Милс [5]. Сами по себе си, те представляват обобщение на електродинамиката. В тях се постулира съществуването на няколко типа товари и свързвашите ги симетрии. Т.е. вместо един-единствен „заряд“ имаме работа с няколко „цвета“. Съответно, вместо един фотон се появява семейство цветни глюони.

Цветните глюони притежават цветни заряди. В това отношение неабелевите теории се отличават от електродинамиката, където фотонът е електрично неутрален. По такъв начин, глюоните в неабелевите теории играят значително по-активна роля за динамиката на тези теории, отколкото фото-

ните в електродинамиката. Наистина, именно виртуалните глюони са отговорни за появяването на антиекранировка, каквато отсъства в КЕД.

За нас бързо стана очевидно, че именно една конкретна теория с асимптотична свобода е подходяща да играе ролята на *теория* на силните взаимодействия. На феноменологично ниво трябваше да можем да класифицираме барийоните като частици, състоящи се от три кварка, а мезоните – като частици, съставени от кварк и антiquark. В светлината на предходното обсъждане това изисква цветните заряди на три различни кварка да могат да се унищожат, когато са събрани заедно. Това настъпва, когато дадените три цвята изчерпват всички възможности. Така достигаме до калибровъчната група SU(3) с три цвята и осем глюона. Честно казано, години преди това, няколко физици бяха предложили, по различни съображения, съществуването на три цветни характеристики за кварките, като най-ясната от тези работи описваща динамичната роля на цветната симетрия е тази на Намбу [6]. От нас не се изискваше особено въображение, за да адаптираме тази идея към нашите твърди изисквания.

Използвайки сложната изчислителна техника на квантовата теория на полето (включваща ренормгрупата, разложениета на операторните произведения и подходящи дисперсионни съотношения), ние съумяхме да получим значително по-конкретни и количествени резултати за нашата теория, отколкото изглежда сега от моя схематичен разказ. В частност, силното взаимодействие не се изключва внезапно, и съществува ненулева вероятност за кварките да изльчват при взаимодействие. Само асимптотично, когато енергията се стреми към безкрайност, вероятността за изльчване се стреми към nulla. Ние успяхме да пресметнем с голяма точност наблюдаващите ефекти, свързани с изльчвания при крайни енергии, и да направим експериментални предсказания на базата на тези изчисления. Към онзи момент, а и в течение на няколко от следващите години, данните бяха все още недостатъчно точни за да се сравнят с предсказанията. Но към края на 1970-те години те започнаха да изглеждат достатъчно добре, а понастоящем са вече превъзходни!

Откритата от нас асимптотична свобода и нейната уникална реализация в квантовата теория на полето ни отведоха към нов възгled за проблема на силното взаимодействие. Вместо широките изследователски програми и фрагментарни прозрения, характерни за ранните работи, сега ние имахме една единствена специфична теория, която би могла да се проверява или дори да се фалшифицира, но не и да се обяви за измислица.

Резюмирайки, нека да си спомним, че предложените теории се оказват уникално предпочетени от природата, ако приемем сериозно получените на ускорителя SLAC експериментални данни, както и подхода на ренормгрупата в квантовата теория на полето.

Така, припомняйки си онези времена, аз отново преживявам същата смес от възбуждение и тревога, които чувствах тогава.

3. Четири парадигми

Парадоксите, които успяхме да разрешим, получиха продължения, стигащи далеч от изходните цели.

3.1. Парадигма 1: Реалност на кварките и глюоните. Тъй като за да се постигне съответствие с експерименталните данни се наложи кварките да бъдат снабдени с няколко неочеквани свойства – дробен електричен заряд, парадоксални динамични свойства и аномална статистика – през 1972 г. тяхната „реалност“ все още беше под въпрос. И това независимо, че с тяхна помощ можеше да се обясни съществуването на адроните и факта, че Фридман, Кендал и Тейлър ги бяха вече „наблюдавали“! Разбира се, експерименталните данни не бяха избягали, но тяхната истинска значимост оставаше съмнителна. Бяха ли кварките фундаментални частици с прости свойства, които могат да служат за изграждане на фундаментална теория, или само промеждутъчен инструмент, който ще бъде заменен от по-дълбоки понятия?

Сега, когато вече ни е известно по-нататъшното развитие на тази история, се изисква силно въображение, за да измислим алтернативен ход на събитията. Но природата, както и физиците-теоретици, притежават богато въображение, така че разнообразни алтернативни варианти съвсем не са изключени.

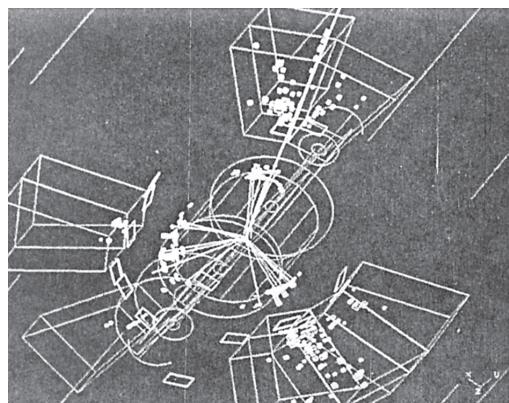
Например, в дробния квантов ефект на Хол се наблюдават квазичастици, които не са прости състояния, а представляват колективни възбуджения на електрони. Тези частици, подобно на кварките, не могат да съществуват изолирано, притежават дробен електричен заряд и аномална статистика! Нещо подобно се предполага и в модела на Скирм, в който нуклеоните служат за колективни възбуджания на пионите. Би могло да се предположи, че и за кварките може да се реализира подобен сценарий, в който те ще представляват колективни възбуджения на адрони или на по-фундаменталните преони или струни.

Заедно с новото схващане за силните взаимодействия възникна и нов възглед за кварките и глюоните. Сега те се възприемаха не само като самостоятелен емпиричен материал или строителни блокове в груб феноменологичен модел. Кварките и (особено) глюоните бяха станали най-прости обекти, чиито свойства са напълно дефинирани от математически точни алгоритми.

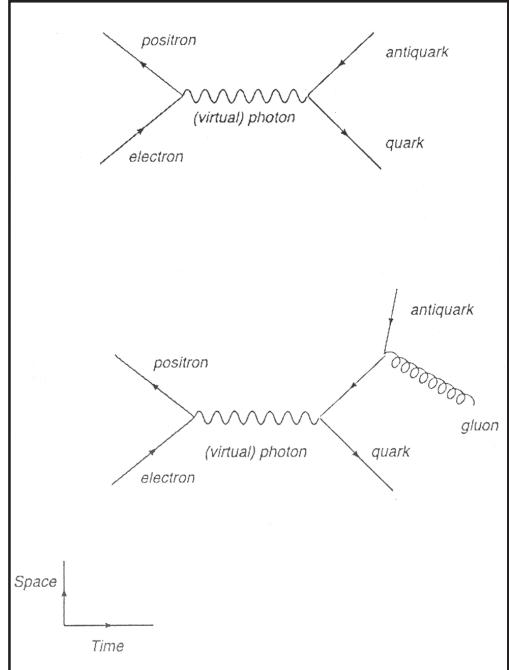
Те даже могат да бъдат наблюдавани! Например на фиг.1, която сега ще бъде обяснена.

Асимптотичната свобода се оказа извънредно удобна за експерименталната физика, защото води към забележителното явление струи. Както вече отбелязах, атмосферата на тайнственост около кварките до голяма степен се дължи на факта, че те не могат да бъдат изолирани. Обаче ако се фокусираме върху проследяване на потока на енергията и импулса вместо върху отделните адрони, кварките и глюоните стават видими, както сега ще обясня.

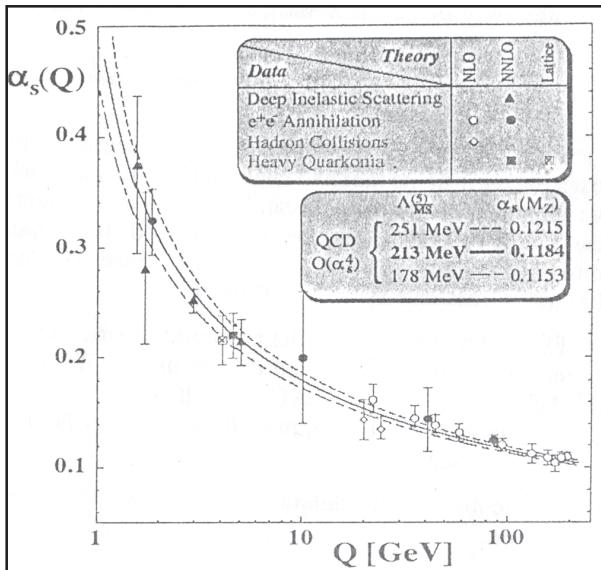
Има обаче съществени различия между двата вида излъчване, и в това е и смисълът на асимптотичната свобода. Твърдото излъчване, способно по съществен начин да измени посоката на потока енергия и импулс, възниква рядко. По-често се наблюдава меко излъчване, което създава допълнителни частици, движещи се в същата посока, без да отклонява общия поток. Действително, мекото излъчване е свързано с обсъжданото по-горе образуване на облаците, така че то протича в реално време. Да видим какво значение може да има това за експеримента. Конкретно ще говорим за експериментите, проведени на големия електрон-позитронен колайдер LEP в ЦЕРН през 1990-те години, които ще бъдат продължени и на международния линеен колайдер ICL в бъдеще. На тези съоръжения се изследват продуктите от анихилацията на електрони и позитрони, сблъскващи се при високи енергии. Посредством процеси, добре познати от КЕД и от теорията на електрослабите взаимодействия, анихилацията противча с излъчване на виртуален фотон или Z-бозон, които се превръщат в кварк-антиварк, движещи се в противоположни посоки с големи скорости. При отсъствие на твърдо лъчение, мекото излъчване ще превърне кварка в поток от адрони, движещи се в една посока, т.е. струя. Аналогично, антиваркът ще създаде своя струя в противоположната посока. По такъв начин наблюдаваните събития ще се регистрират като две струи. От време на време (около 10% от случаите в LEP) се наблюдава и твърдо излъчване, предизвикано от излъчването на глюони в някакво друго направление. В такъв случай се регистрират три струи, както е показано на фиг. 1. Диаграмите на съответните процеси са изобразени на фиг. 2. Примерно в 1% от случаите се регистрират и четириструйни събития. Относи-



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

констатираме, че КХД е вярна и че на фиг. 1 ние виждаме именно кварк, антискварк и глюон, въпреки че поради статистическия характер на предсказанието не можем точно да кажем коя конкретна струя съответства на всяка от тези частици.

Развивайки идеята, че твърдото излъчване, отразяващо фундаменталните взаимодействия на кварките и глюоните) влияе на пълния поток на енергията и импулса при високоенергетичните процеси, ние можем да анализираме и предсказваме резултатите от много експерименти. В голяма част от тях, включително и дълбоконееластичното разсейване, анализът и начините на визуализация, необходими за разделяне на твърдото от мекото излъчване, са значително по-сложни в сравнение с процесите на електрон-позитронна анихилиация. Много изобретателност и талант вече е вложен и продължава да се влага в тази област, известна като пертурбативна КХД. Получените резултати внесоха оптимизъм, понеже се оказаха сполучливи. Един от тези резултати е представен на фиг. 3. Много и различни експерименти, проведени при различни енергии, потвърдиха предсказателната сила на КХД, като при това всеки един от тях съответствува на своята константа на връзката. Т.е. беше необходимо не само да се потвърдят данните на всеки един от експериментите, основаващи се на стотици независими измервания, но и да се изясни съответстват ли тези данни на предсказанието, поради зависимостта на константата на връзката от скалата на енергията. Както се вижда от фиг. 3, това е точно така! Забележително свидетелство за успеха на теорията, който аз с удоволствие констатирах, бе това, че много от изчисленията, които по-рано

телната вероятност на събития с различен брой струи и как тя варира с общата енергия, относителното разпределение по ъгли на образуваните струи, както и разпределението по енергии за различните събития – всички тези аспекти на „антенния модел“ могат да бъдат детайлно предсказани количествено. Тези предсказания отразяват ред общи принципи, свързващи кварките и глюоните, и са директно определящи за КХД.

Тези предсказания се съгласуват отлично с голям кръг експериментални данни. По такъв начин ние можем с увереност да

се наричаха контролни проверки, сега се наричат разширяване на изчислителната база на теорията.

В резултат на посочените постижения се появи новата концепция за фундаментална частица. Физиците които планират и провеждат експерименти в областта на физиката на високите енергии, сега рутинно интерпретират резултатите в термините на раждане и детектиране на кварки и глюони, имайки, разбира се, пред вид съответните струи.

3.2. Парадигма 2: Масата идва от енергията. Моят приятел и наставник Сам Трейман обичаше да си спомня как по време на Втората световна война армията на САЩ отговори на предизвикателството да подготви голям брой радиоинженери с много различна квалификация, стигаща в някои случаи почти до нулата. Бил подготвен спешно интензивен курс, който бил поет от Сам. Първата глава на учебника към курса била посветена на трите закона на Ом. Първият е $V=IR$. Вторият закон гласи $I=V/R$. А третия закон вие можете и сами да го формулирате.

Аналогично, като допълнение на знаменитото уравнение на Айнщайн $E=mc^2$, имаме неговия втори закон, $m=E/c^2$.

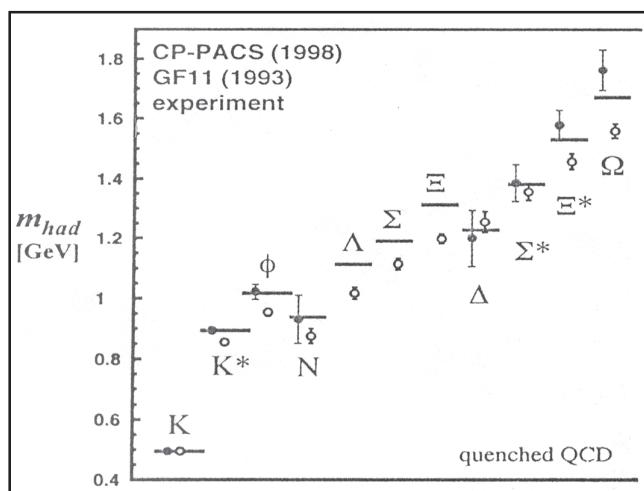
Това не е чак толкова глупаво, колкото изглежда, понеже различните форми на едно и също уравнение могат да имат различна интерпретация. Стандартният запис на това уравнение $E=mc^2$ подсказва възможността за получаване на голямо количество енергия, употребявайки малко количество маса. Това води до мисълта за ядрени реактори и атомни бомби. Формулирано обаче във вида $m=E/c^2$, уравнението позволява да се обясни масата посредством енергията. И това е хубаво, понеже в съвременната физика енергията е по-фундаментално понятие от масата. Всъщност, оригиналната работа на Айнщайн не съдържа уравнението $E=mc^2$, а именно $m=E/c^2$. А заглавието на тази статия е въпрос: „Зависи ли инерцията на тялото от неговата енергия?“ От самото начало Айнщайн е размишлявал за произхода на масата, а не за направа на бомби.

Съвременната КХД отговаря на въпроса на Айнщайн с гръмогласно „Да“! Наистина масата на обикновеното вещество се набира практически напълно от неговата енергия – от енергията на безмасовите глюони и на почти безмасовите кварки, от които са изградени протоните, неutronите, а следователно и атомните ядра.

Нарастването на антиекраниращия облак, което описах по-горе, не може да продължава до безкрайност. Защото тогава резултантните цветови полета биха носили безкрайна енергия, а това не е възможно. Цветовият заряд, заплашващ да предизвика това, трябва да бъде компенсиран. Цветовият заряд на кварка може да бъде компенсиран или от антикварк (образувайки мезон), или от двойка кварки с допълнителни цветове (в този случай се образува барион). И в двета случая пълното компенсиране ще се осъществи само ако участващи-

те частици са разположени точно върху първоначалния кварк – тогава няма да останат некомпенсирани източници на цветни заряди в пространството, а следователно и цветно поле. Обаче квантовата механика не разрешава такова пълно компенсиране. Кварките и антикварките се описват от вълнови функции, чито пространствени градиенти изразходват енергия, така че цената за локализация на вълновите функции в малка пространствена област е много висока. Поради това, желаейки да минимизираме енергията, ние достигаме до противоречие: за минимизиране на енергията на полето е необходимо точно компенсиране на зарядите; за минимизиране на енергията за локализация на вълновите функции трябва да държим източника размит. Стабилните конфигурации се основават на различни компромиси между тези фактори. Във всяка такава конфигурация ще има както полева енергия така и енергия на локализация. Това поражда маса според формулата $E=mc^2$, даже ако глюоните и кварките не са имали своя ненулева маса в началото. И така, различните стабилни компромиси ще се свързват с частици, които могат да бъдат наблюдавани, с различни маси; а метастабилните компромиси ще се свързват с наблюдавани частици, с крайни времена на живот.

Определението на конкретни стабилни конфигурации и следователно предсказването на масите на барионите и мезоните е трудна задача. Тя изисква пределно сложни паралелни компютърни изчисления. Звучи ми иронично, че за изчисляване на масата на протона, трябва да включим около 10^{30} протона и неутрона, да извършваме трилиони умножения в секунда в продължение на месеци, за да постигнем това, което самият протон прави за 10^{-24} секунди, а именно да получим неговата маса. Може би и това е парадокс. Но може би от това следва, че съществуват много по-ефективни начини за изчисление, отколкото използваните понастоящем.



Фиг. 4

Във всеки случай, резултатите от тези изчисления доставят удовлетворение. Наблюдаваните маси на известните бариони и мезони се възпроизвеждат достатъчно добре, изхождайки от една изключително конкретна и строга теория (фиг. 4). Сега е моментът да отбележим, че една от точките с данни на фиг. 3, обозначена като „решетка“, е съвсем различна от останалите. Тя се основава не на пертур-

бативната физика на твърдото излъчване, а на сравнението на директното интегриране на пълните уравнения на КХД с експеримента, използвайки техниката на решетъчните калибровъчни теории.

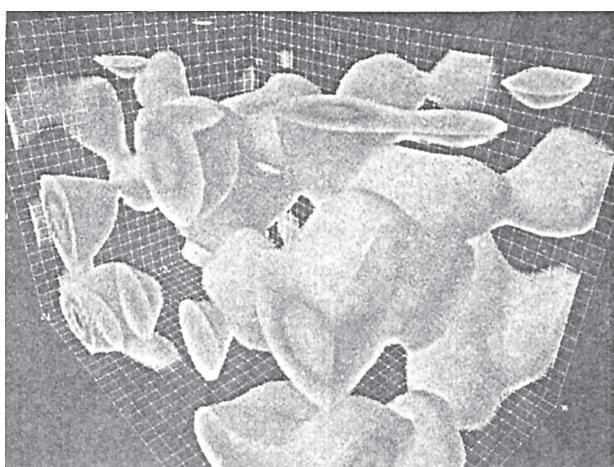
Успехът на тези изчисления решава окончателно два от нашите парадокси:

– Изчисленияят спектър няма нищо общо със зарядите или другите квантови числа на кварките; и разбира се, не съдържа безмасови глюони. Наблюдаваните частици не се свързват непосредствено с фундаменталните полета, от които в крайна сметка те възникват.

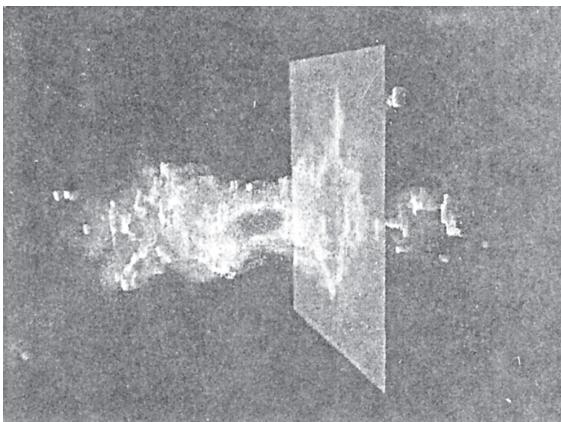
– Решетъчната дискретизация на квантовата теория на полето поражда процедурата на обръзване, независеща от разложението по количеството възли на виртуални частици. Процедурата на пренормировка трябва и наистина се провежда, без да се прибягва до теория на пертурбациите, понеже стъпката на решетката се приема клоняща към нула. Асимптотичната свобода играе тук ключова роля, както вече отбелязах, и ни спасява от „катастрофата на Ландау“.

Сравнявайки някои фини детайли в разпределението по маси, може да се получат оценки за масите на кварките и да се разбере какъв е техният принос към масата на протона и неutrona. Оказва се, че това, което аз наричам „QCD лит“ – версията, в която масите на u - и d -кварките се приемат за нула, а останалите кварки се игнорират напълно – дава забележително добри резултати. Тъй като „QCD лит“ е теория, в която изграждащите блокове са безмасови, този резултат придава количествен смисъл и прецизира идеята, че значителната част от обикновената материя – около 90% или даже повече – произлиза от чистата енергия според формулата $E=mc^2$.

Изчисленията могат да бъдат използвани за получаването на различни радващи очите анимационни картини. Дерек Лайнвебер направи поразителни анимации за флуктуациите на полетата на КХД във вакуум. На фиг. 5 е показан кадър от негова анимация. Фиг. 6, на Фред Килкъл, изобразява цветовото поле на много прост адрон, на пиона, движещо се в пространство-времето. Добавянето на кварк-антикваркова двойка, която впоследствие премахваме, предизвиква това смущение на полетата.



Фиг. 5



Фиг. 6

Тези картини правят по-разбираема и достъпна мисълта, че квантовият вакуум е динамична среда, чито свойства определят поведението на материята. В квантовата механика енергите са свързани с честотите, по закона на Планк $E=hv$. Масите на адроните, тогава са еднозначно свързани с тоновете, излъчени от пространствената динамична среда, когато тя се разпространява по различни начини, в съответствие с $v=mc^2/h$.

По такъв начин ние откриваме, в реалността на масите, една алгоритмична и прецизна „музика на вакуума“. Това е съвременно превъплъщение на неуловимата и мистична „музика на сферите“.

3.3. Парадигма 3: Ранната Вселена е била проста. През 1972 г. ранната Вселена изглеждаше като нещо съвършено непостижимо. В условията на много високите температури, възникващи след Големия Взрив, се появяваха големи количества адрони и антиадрони, представляващи пространствени обекти, които взаимодействват силно и по сложни начини със своите съседи. Те започват взаимно да се припокриват, в резултат на което възниква не-поддаваща се на теоретичен анализ бъркотия.

Обаче асимптотичната свобода направи ултрависоките температури удобни за теоретиците. Тя установява, че ако превключим от описание чрез адронни към описание чрез кваркови и глюонни променливи и се съсредоточим върху величини като пълната енергия, които не са чувствителни към мекото излъчване, тогава разглеждането на силното взаимодействие, което беше най-голямата трудност, става просто. Можем да изчисляваме в първо приближение, приемайки че кварките, антикварките и глюоните се държат като свободни частици, а след това да добавяме редките ефекти на твърдите взаимодействия. Това позволява да се направят доста точни предсказания на свойствата на материята при екстремално високи температури, имащи връзка с космологията.

Можем дори, макар и в много силно ограничени пространствено-времеви обеми, да възпроизведем условия, характерни за Големия Взрив в земни лаборатории. При сблъскване на тежки йони с високи енергии се образуват огнени топки, които бързо достигат температури до 200 MeV. Експлозивният резултат от такова явление, показано на Фиг. 7, едва ли може да се опише като нещо „просто“, но неговото детайлно изучаване ни позволява да възпи-

произведем важни аспекти на първоначалния „файербол“ и да проверим, че той се състои от кварк-глюонна плазма.

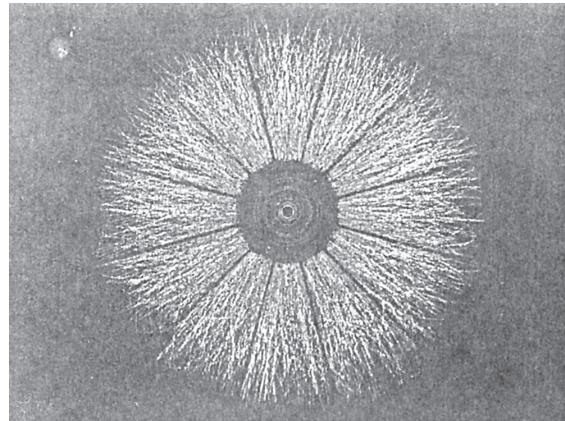
3.4. Парадигма 4: Правила на симетрия. През почти целия двайсети век симетриите бяха изключително полезни като средство за проникване във фундаменталните принципи на природата. В частност КХД е конструирана като уникално превъплъщение на една гигантска група на симетрия, локалната цветна калибровъчна $SU(3)$ симетрия (действаща заедно със СТО в контекста на квантовата теория на полето).

Когато се опитваме да открием нови закони, усъвършенстващи вече известните, най-добре е да се ръководим от съображения за симетрия. Тази стратегия вече доведе физиците до няколко важни предположения, за които, уверен съм, ще чуете в бъдеще! За всяка от тях КХД играе важна роля или директно като вдъхновяващ фактор, или като основен инструмент при избора на стратегии за нови експериментални изследвания.

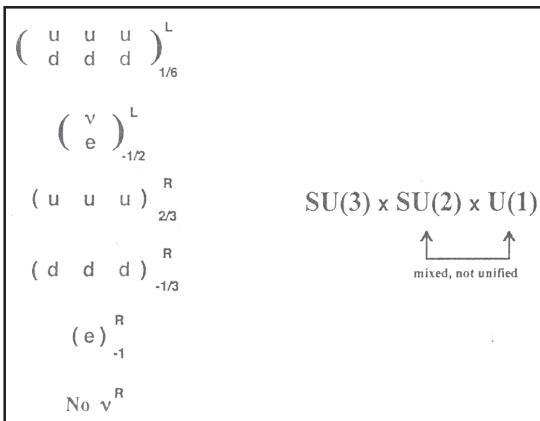
Сега искам принципно да обсъдя едно такова предположение и да засегна накратко три други.

3.4.1. Обединени теории на полето. В основата на КХД, както и в основата на електрослабия стандартен модел, лежи калибровъчната симетрия. Взети заедно тези теории представляват изключително икономичен и мощен инструмент за обяснение на удивително широк кръг явления. Точно защото е толкова конкретен и успешен, този начин за изучаване на природата трябва да бъде разглеждан внимателно за отстраняване на възможни остатъчни дефекти. Действително, структурата на калибровъчната система подсказва някои полезни и перспективни подходи за нейното бъдещо развитие. Представянето като произведение $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$, проводимостта на фермионното представяне (т.е. факта, че симетрията не създава връзки между всички фермиони) и специфичните стойности на квантовото число хиперзаряд, присъствана на всяка от известните частици – всичко това подсказва необходимостта от по-голяма симетрия.

Обаче дяволът се крие в детайлите и далеч не е сигурно, че наблюдаваното сложно и объркано многообразие от материални частици ще може да се опише от една проста математична структура. И все пак, в забележителна степен то може.



Фиг. 7



Фиг. 8

	R	W	B	G	P
u	+	-	-	+	-
u	-	+	-	+	-
u	-	-	+	+	-
d	+	-	-	-	+
d	-	+	-	-	+
d	-	-	+	-	+
u ^c	-	+	+	-	-
u ^c	+	-	+	-	-
u ^c	+	+	-	-	-
d ^c	-	+	+	+	+
d ^c	+	-	+	+	+
d ^c	+	+	-	+	+
v	+	+	+	+	-
e	+	+	+	-	+
e ^c	-	-	-	+	+
N	-	-	-	-	-

Hypercharge Y = -1/6 (R+W+B) + 1/4 (G+P)

Фиг. 9

Много от това, което ни е известно за силните, слаби и електромагнитни взаимодействия, е схематично изобразено на фиг. 8. КХД съединява частиците хоризонтално в групи по три [$SU(3)$], слабото взаимодействие съединява частиците вертикално в групи по две [$SU(2)$] в хоризонтално направление, и хиперядът [$U(1)$] е отразен в долните цифрови индекси. Нито различните взаимодействия, нито различните частици са обединени. Има три различни симетрии на взаимодействие и пет несвързани групи частици (в действителност те са петнайсет, поради трикратното повторение на семействата).

Ситуацията може много да се подобри, ако се разширят симетриите, добавяйки допълнително глюони, менящи силните в слаби цветове. Тогава всичко си идва на мястото, както е показано на фиг. 9.

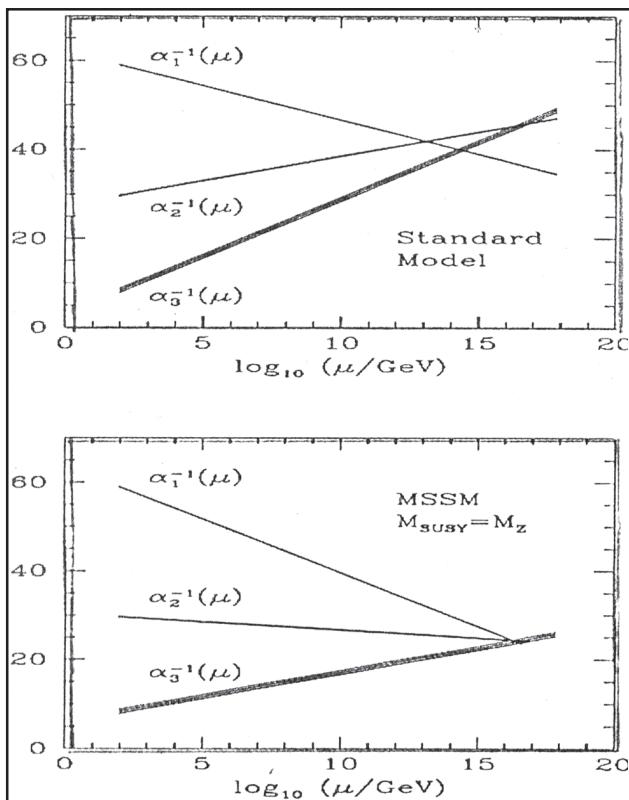
Обаче има проблем. Според наблюденията, различните взаимодействия нямат една и съща сила, както се изиска от разширена симетрия. За късмет, асимптотичната свобода позволява да се види, че наблюдаваната сила на взаимодействието на големи разстояния може да е различна от основните сили на връзките при малки разстояния. За да се види дали основната теория би имала пълната симетрия, е необходимо да се погледне вътре в областите от виртуални частици и да се проследи еволюцията на силата на връзките. Това може да се направи, използвайки същия тип изчисления,

като тези от фиг. 3, но с добавяне на електрослабите взаимодействия и екстраполирани за много по-малки разстояния (или което е същото – за големи енергии). Удобно е да се изобразяват реципрочните стойности на константата на връзката и да се работи в логаритмична скала, където зависимостта е (почти) линейна. Ако изчисленията се провеждат, използвайки само виртуалните частици, чието съществуване е убедително доказано, получаваме че константите на връзките се сближават по обещаващ начин, макар че накрая все пак не се събират в една точка. Това е показано в горната част на фиг.10.

Ако се гледа оптимистично, то може да се каже, че ние сме близко към успеха, във всеки случай – намираме се на

правилния път за реализация на теорията на обединението, като при това продължаваме да разчитаме на квантовата теория на полето за изчисляване на еволюцията на константата на връзката. Едва ли е шокиращо, че на екстраполацията на уравненията за еволюцията на константите извън обхвата на наблюдение с много порядъци на величината, ѝ липсва някакъв количествен елемент. След малко аз ще спомена една привлекателна хипотеза за това какво може да ѝ липсва.

Едно много общо следствие от тази линия на разсъждения е, че необходимата естествена енергетична скала на унификацията се оказва огромна, от порядъка на 10^{15} ГеВ и нагоре. Това е един дълбок и удовлетворителен резултат. Дълбок, защото грамадната енергетична скала – далеч по-голяма от енергиите, до които имаме директен достъп – се появява благодарение на внимателното изучаване на експерименталните реалности в области на енергии с повече от десет порядъка по-ниски! При това, средството за достигане на тази цел е комбинация от идеите за обединение и асимптотична свобода. Ако еволюцията на константите е отговорна за наблюдаваното при тях грубо



Фиг. 10

несъответствие, то, след като еволюцията зависи логаритмично от енергията, равенството на константите са достига едва при много високи енергии.

Появяването в теорията на обединението на големите масови мащаби е благоприятно, първо, защото много ефекти, които бихме очаквали да се проявят, са подтиснати. Симетриите, обединяващи $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$, по неизбежност включват широки възможности за трансформации между кварки, лептони и техните античастици. Тези допълнителни възможности за трансформации, осъществявани чрез съответстващите им калибровъчни бозони, нарушават законите за запазване, включително запазването на броя на лептоните и барионите. Нарушаването на лептонното число е тясно свързано с неутринни осцилации. Нарушаването на барионното число – с нестабилността на протона. През последните години бяха наблюдавани неутринни осцилации; те съответстват на нищожните неутринни маси, показващи много слабо нарушение на лептонното число. Обаче, въпреки положените героични усилия, нестабилността на протона все още не е наблюдавана. За да се поддържат тези процеси достатъчно малки, в съответствие с наблюденията, много уместно би било да се въведе голям мащаб на обединението, който подтиска появяването на трансформативни калибровъчни бозони като виртуални частици. Наистина мащабът на обединението, изведен от еволюцията на константите на връзките, доста точно съответства на наблюдаваните неутринни маси, което вдъхновява за по-нататъшни усилия при търсене на разпада на протона.

Втората причина, поради която големият мащаб на обединение се оказва подходящ, е във възможността за количественото описание на ефекти, свързани с последното фундаментално взаимодействие в природата – гравитационното. Общоизвестно е, че гравитационното взаимодействие между частичите при достъпни енергии е нищожно малко в сравнение с всички останали. Силата на гравитационното взаимодействие между електрон и протон на каквото и да е макроскопично разстояние, е около $Gm_e m_p / \alpha \sim 10^{-40}$ от електричната сила. Този факт подлага на голямо изпитание идеята, че тези сили са различни проявления с общ източник – и даже още по-серизно изпитание на идеята че гравитацията, поради нейната дълбока връзка с пространствено-времевата динамика, е първичната сила.

Разширявайки нашите съображения относно еволюцията на константите на връзките, за включване на гравитацията, можем да започнем да отговаряме на тези предизвикателства.

– Докато еволюцията на константите в калибровъчните теории с енергията представлява фин квантов ефект, гравитационната константа еволюира даже на класическо ниво, при това значително по-бързо. Защото гравитацията се влияе директно от енергетичния импулс и следователно, изглежда по-силна при по-големи енергии. В интервала от малки енергии, където обикно-

вено се правят измерванията, до енергии от мащаба на обединението, отношението GE^2/α нараства до стойности, които вече не са абсурдно малки.

– Ако гравитацията е първичната сила и се съблюдават СТО и квантовата механика, тогава Планковата система от физични единици, основаваща се на Нютоновата константа G , скоростта на светлината c , и Планковия квант на действието \hbar , е привилегирована. Тогава анализът на размерностите показва, че стойността на естествено дефинираните величини, измерени в тези единици, би трябвало да е от порядъка на единица. Но когато измерваме масата на протона в планкови единици, ще получим

$$m_p \sim 10^{-18} \sqrt{\frac{hc}{G}}.$$

Според тази хипотеза става безсмислено задаването на въпроса: „Защо гравитацията е толкова слаба?“ Гравитацията като първична сила е това, което е. Правилният въпрос е този, с който се сблъскваме тук: „Защо протонът е толкова лек?“ Изхождайки от новото, дълбоко разбиране за произхода на масата на протона, което ви скицирах тук, ние можем да дадем един възможен отговор. Масата на протона се задава от скала, в която силното взаимодействие, еволюирало от своята първична стойност на Планковата енергия, става от порядъка на единица. Това съответства на момента, когато константата на силното взаимодействие става достатъчна, за да могат цветните полета на кварките да достигнат енергията на локализация. По такъв начин ние количествено получаваме, че малката маса на протона в Планкови единици е следствие на факта, че в Планковата скала основната единица на цветната сила на взаимодействие g е от порядъка на $1/2$. Очевидната слабост на гравитацията се дължи на нашето пристрастно отношение към перспективата за материя, състояща се от протони и неutronи.

3.4.2. Суперсиметрии. Както вече отбелязах, устремяването на константите на взаимодействие към една обща стойност е само принципно, но не и точно реализирано, ако извеждаме тяхната еволюция, включвайки само ефекта на известните виртуални частици. Един възможен проект, предполагащ разширяване многообразието на виртуалните частици, е познат като нискоенергетична суперсиметрия.

Както следва от самото название, суперсиметрията предполага разширение на симетриите на основните физични уравнения. Това разширение обаче съществено се различава от уголемяването на калибровъчната група. Суперсиметрията поражда преходи между частици с еднакви цветови товари и различни спинове, докато разширена калибровъчна група изменя цветовите товари, оставяйки спина незасегнат. Суперсиметрията разширява пространствено-времевата симетрия на специалната теория на относителността.

За да се реализира нискоенергетичната суперсиметрия, трябва да се до-

пусне съществуването на цял нов свят от тежки частици, нито една от които за сега не е директно наблюдавана. Косвеният знак, че такъв сценарий може да се окаже реалност, се свежда до това, че изчисляването на еволюцията на константите с отчитане на новите виртуални частици позволява да се постигне точно обединение! Това е демонстрирано на графиката, представена на фиг. 10.

Изграждайки цяла кула от разсъждения, включваща разширение както на калибровъчните, така и на пространственно-времевите симетрии, ние като че ли пробиваме облаците и пред нас се открива една ясна и завладяваща панорама. Реалност ли е това или илюзия? Отговор на този въпрос се очаква от големия адронен колайдер (LHC), който трябва да започне работа през 2007 г. в ЦЕРН и който ще достигне енергиите, необходими за навлизане в новия свят на тежките частици, ако такъв съществува. Как ще се развие тази история, може да покаже само времето. Но във всеки случай честно е да се отбележи, че обединените теории на полето, които в миналите (пък и в много настоящи) свои превъплъщения изглеждаха неясни и неподатливи на проверка, в кръга на описаните от мен идеи достигат съвършено ново ниво на конкретност и плодотворност.

3.4.3. Аксиони. Както вече нееднократно отбелязах, КХД както в нейния фундаментален смисъл така и буквально, е конструирана като превъплъщение на симетриите. Съществува почти точно съответствие между наблюдаваните свойства на кварките и глюоните и най-общите свойства, разрешени от цветовата калибровъчна симетрия в рамките на специалната теория на относителността и квантовата механика. Изключение представлява само фактът, че КХД не забранява един тип поведение, което не се наблюдава. Установените симетрии разрешават един вид взаимодействие между глюоните – т. нар. θ член – който нарушива инвариантността на уравненията на КХД относно изменението на посоката на времето. Експериментите са установили много твърди ограничения за силата на това взаимодействие, много по-строги, отколкото би могло да се очаква ако бяха случаини.

Постулирайки нова симетрия, ние можем да обясним отсъствието на нежеланото взаимодействие. Тази симетрия се нарича симетрия на Печеи-Куин по имената на физиците, предложили я първи. Ако такава симетрия съществува, тя води до забележителни следствия. Тя предсказва съществуването на нови много леки и много слабо взаимодействащи частици – аксионите (Нарекох ги в чест на мощн препарат за миене, понеже те изчистват проблема с аксиален ток). По принцип, аксионите биха могли да бъдат наблюдавани по много различни начини, макар че нито един от тях не може да бъде наречен прост. Те имат интересни приложения в космологията и представляват възможни кандидати за обяснение на тъмната материя.

3.4.4. В търсене на загубени симетрии. Изминаха вече четири десетиле-

тия, откакто беше формулирана нашата знаменита и успешна теория на електрослабите взаимодействия. Основно в тази теория беше понятието за спонтанно нарушена калибровъчна симетрия. Според това понятие, фундаменталните уравнения на физиката притежават повече симетрия, отколкото реалния физичен свят. Независимо от това, че специфичното му прилагане в електрослабата теория се основава на екзотични хипотетични вещества и сложна математика, основната тема за нарушена симетрия е доста стара. В известен смисъл тя тръгва от изворите на съвременната физика, когато Нютон постулира че основните закони на механиката са напълно симетрични спрямо трите размерности на пространството, въпреки че ежедневният опит ясно различава направленията „горе и долу“ от „встрани“ в заобикалящата ни среда. Разбира се, Нютон обяснява тази асиметрия с действието на земната гравитация. В рамките на теорията на електрослабите взаимодействия, съвременните физици по подобен начин постулират, че физичният свят се описва от решение, според което цялото пространство на наблюдавамата Вселена е проникнато от едно или повече (квантови) полета, нарушилщи пълната симетрия на изходното уравнение.

За късмет, тази хипотеза, която на пръв поглед може да изглежда твърде екстравагантна, има проверяеми следствия. Нарушаващите симетрията полета, при съответното възбуждане, трябва да пораждат характерни частици: техните кванди. Използвайки най-икономичния механизъм на необходимото наруширане на симетрията, може да се предскаже съществуването на забележителна нова частица – т. нар. частица на Хигс. По-амбициозни разсъждения предполагат наличието на цял набор от подобни частици. Нискоенергетичната суперсиметрия, например, изисква поне пет „частици на Хигс“.

Търсенето на хигсови частици ще бъде друга важна задача за ускорителя LHC. При планирането на този проект, КХД и асимптотичната свобода ще играят важна поддържаща роля. Силното взаимодействие, ще бъде отговорно за огромната част от това, което става при ударите в LHC. За да се разпознаят новите ефекти, проявяващи се в малка част от всички събития, ние трябва да познаваме много добре състава на фона. Раждането и разпадът на самите частици Хигс обикновено включва кварки и глюони. За да се разпознаят техните следи и, евентуално да се интерпретират наблюденията, ние ще трябва да използваме нашето разбиране за това как сблъскващите се в ускорителя протони са изградени от кварки и глюони, и какво е поведението на кварките и глюоните в струи.

4. Главният урок

Очевидно асимптотичната свобода, покрай разрешаването на парадоксите, с които започнах, създаде концептуална основа за няколко важни отк-

рития, свързани с фундаментални характеристики на природата, както и плодотворен инструмент за по-нататъшни изследвания.

Главният урок обаче е по-скоро морален и философски. Предизвиква страхопочитание открытието, че ние хората сме способни да достигаме до най-дълбоките принципи на природата даже когато те са скрити в далечни и чужди земи. Нашите умове не са били създадени за това, нито пък имахме под ръка необходимите средства. Пробивът беше постигнат благодарение на огромните международни усилия на хиляди хора, работили упорито в течение на десетилетия, конкуриращи се в дребните неща, но обединяващи усилията си в главното, постоянно съблюдаващи правилата на откритост и честност. Само благодарение на такъв подход, достигнат не без усилия, но с добронамереност и търпение, е възможно да се творят чудеса.

5. Епилог. Преди всичко бих искал да благодаря на родителите си, които се грижиха за мен и поощряваха любопитството ми. Те бяха деца на емигранти от Полша и Италия и бяха израснали в условията на великата депресия, но независимо от всички трудности в живота, останаха велиководни хора и ме вдъхновяваха за учение и научни занимания. Благодарен съм на хората, поддържали в Ню Йорк системата на обществените училища, на които съм особено признателен. Получих превъзходно образование в Чикагския университет, във връзка с което исках специално да отбележа вдъхновяващото влияние на Питър Фройнд, чийто огромен ентузиазъм и забележително излагане на физическия курс по теория на групите стана решаващият фактор в моя избор между физиката и чистата математика.

След това исках да благодаря на хората около мен в Принстън през 1970-те години, създали условия за развитие на тези изследвания. От гледна точка на личния живот това се отнася и за съпругата ми Бетси Дивайн. Предполагам, че съвпадението на началото на моята научна зрелост и специалния прлив на енергия с момента на моето влюбване в нея, не е случаен. Искам да отбележа също и моите студенти Роберт Шрок и Бил Кезуел, от които научих много и благодарение на които нашият изключително напрегнат начин на живот изглеждаше естествен и даже забавен. От научна гледна точка, повече от всички останали съм задължен на Дейвид Грос. Той ме увлече със своя стремеж към познание, а неговото ръководство и личен пример са ме вдъхновявали през цялата ми кариера във физиката. Атмосферата в Принстън през 1970-те години беше превъзходна за занимания с теоретична физика. Съществуващата атмосфера на страсть за разбиране, интелектуална непреклонност и вътрешна увереност, чието създаване беше едно голямо постижение. До голяма степен това стана благодарение на Мърф Голдбергер, Сам Трайман и Кърт Калан. Също и Сидни Коулмън, който гостуваше в Принстън по това време, много активно се интересуваше от нашата работа. Такъв интерес от страна на един физик, когото аз смятам за изключително блес-

тящ, беше особено вдъхновяващ. Сидни задаваше много въпроси, спомагащи ни да достигнем до крайните резултати. Преди това беше гостувал и изнасял лекции и Кен Уилсън, и неговите идеи за ренормализационната група все още вибрираха в главите ни.

Фундаменталното разбиране на силните взаимодействия беше резултат от изследванията на хиляди талантливи хора в продължение на десетилетия. Бих искал да благодаря по-общо на своите колеги физици. Моите теоретични усилия бяха вдъхновени и, разбира се, подпомогнати от изобретателността и упоритостта на колегите експериментатори. Благодаря им на всички и ги поздравявам. Но покрай общите благодарности бих искал специално да отбележа триото физици които (все още?) не са получили Нобеловата премия. Имам предвид Йоширо Намбу, Стивън Адлер и Джеймс Бъркен. Тези герои положиха началото на сериозните изследвания на адронната физика в рамките на концепциите на квантовата теория на полето, като ги въплътиха в специфични механистични модели във време, когато такива занимания бяха трудни и непопулярни. Благодарен съм на Мъри Гел-Ман и Джерард 'т Хоф за това, че те не откриха всичко, което можеше да се открие и оставиха и нещо за нас. И накрая, бих искал да благодаря на майката природа за нейния изключително добър вкус, с който тя ни даде възможност да открием такава красива и мощна теория.

И няколко бележки за историците на науката. Тук не привеждам изчерпателен разказ за моето лично участие в откритието. Не вярвам, че такива разкази, написани доста време след станалото, имат историческа стойност. Бих посъветвал историците на науката да фокусират вниманието си върху съвременните документи; и особено върху оригиналните статии, които най-точно отразяват степента на разбиране, която авторите са имали по това време, тъй както те най-добре са могли да я формулират. На основата на тази литература, според мен, не е трудно да се определи моментът, когато е бил направен пробивът, за който говорих по-горе, и къде знаменитите парадокси на физиката на силните взаимодействия и квантовата теория на полето намериха своето решение в съвременната парадигма за разбиране на Природата.

Превод: Н. Ахабаян

В ТЪРСЕНЕ НА ИДЕАЛНАТА ЛЕЩА

Динко Динев

1. Фактори, ограничаващи разделителната способност на оптичните прибори

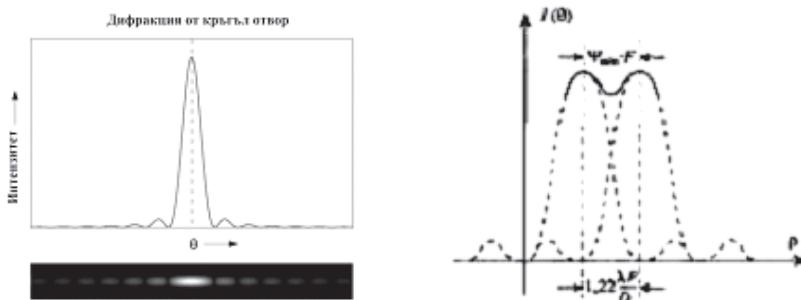
Традиционните оптични лещи изобразяват един обект, като преобразуват по подходящ начин фазата на електромагнитните вълни, които се излъчват или разсейват от този обект, и по този начин ги фокусират в определена точка от пространството зад лещата (пространство на изображението).

През 1873 г. Е. Абе (Ernst Abbe) открива, че традиционните оптични системи са подложени на едно фундаментално ограничение. Това ограничение е известно като „дифракционно ограничение“ и то поставя горна граница на разделителната способност на оптичната система [1].

Под разделителна способност на човешкото око се разбира способността на окото да вижда две близко разположени точки от обекта като различни. Тя се дефинира чрез минималното ъглово разстояние θ между тези две, все още различими точки. Съответно разделителната способност на една оптична система се определя като минималния ъгъл между две точки на обекта, които все още могат да се регистрират от системата като различни.

От курса по оптика е известно, че разделителната способност на една оптична система се ограничава от явлението дифракция.

Когато електромагнитната вълна преминава през апертурата на лещата, тя изпитва дифракция (подобна на дифракцията от единичен кръгъл отвор) и зад лещата се получава характерна дифракционна картина с редуващи се максимуми и минимуми на интензивността – Фиг. 1а. Съгласно т. нар. критерий на Релей оптичната система ще регистрира две точки от обекта като различни, ако първият дифракционен максимум, създаван от едната точка, съвпада с първия дифракционен минимум, създаван от втората точка – Фиг. 1б.



Фиг. 1. Критерий на Релей. а. дифракционна картина от единичен кръгъл отвор, б. критерий на Релей

Количествено:

$$\sin \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D} \quad (1)$$

където: θ е ъгловата разделителна способност, λ – дълчината на вълната на използваната светлина, D – диаметъра на лещата.

За частния случай на микроскоп разделителната способност е:

$$R = \frac{1.22 \lambda}{\Gamma} \quad (2)$$

където:

$$\Gamma = 2n \sin \alpha \quad (3)$$

Г е т. нар. чисрова апертура на обектива на микроскопа, α – апертурният ъгъл на обектива, n – показателят на пречупване на средата между обекта и обектива.

За най-добрите оптични микроскопи α е ограничено до 70° . Ако се използват специални оптични масла, то $n=1.56$. При използването на синя светлина, която има най-малка дължина на вълната за видимата светлина ($\lambda=450$ nm), съотношение (2) води до дифракционна граница на разделителната способност на оптичния микроскоп $R=200$ nm.

За повишаване на разделителната способност на микроскопа се използват електронни микроскопи. При ускоряващо напрежение 150 V дълчината на вълната на дъо Бройл за електроните е 0.1 nm. Практически достигимата разделителна способност на електронния микроскоп е около 2 nm.

В светлината на революционните развития в биологията, медицината и нанотехнологиите се появява необходимост от оптически системи с много висока разделителна способност. Те биха позволили получаването на изображения на вируси, протеини, ДНК молекули, различниnanoструктури и др.

Необходимо е да погледнем по-дълбоко на фундаменталните причини, ограничаващи разделителната способност на една оптична система.

Нека да разгледаме източник на електромагнитно лъчение и леща разположени по протежение на оста z . Нека с x и y означим напречните на посоката на разпространение на лъча координати. Електричното поле в равнината на източника ($z=0$) може да се представи чрез следното пространствено преобразуване на Фурье:

$$E_0(x, y) = \iint A(k_x, k_y) \exp[i(k_x x + k_y y)] dk_x dk_y \quad (4)$$

От друга страна, за една изотропна среда е в сила дисперсионното съотношение:

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = \frac{\omega^2}{c^2} \quad (5)$$

Тогава полето на вълна, разпространяваща се по направление на оста z (от източника към лещата), може да се представи като суперпозиция на плоски вълни:

$$E(x, y, z, t) = \iint A(k_x, k_y) \exp[i(k_x x + k_y y)] \exp[i(\sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} - k_x^2 - k_y^2} z - \omega t)] dk_x dk_y \quad (6)$$

Електромагнитната вълна се състои от две принципно различни компоненти.

А.) *Далечно поле.* В това поле влизат всички компоненти в (6), за които $k_x^2 + k_y^2 < \frac{\omega^2}{c^2}$.

То е съставено от разпространяващи се по направление на оста z вълни, които се фокусират от лещата и които създават изображението.

Б.) *Близко поле.* В това поле влизат всички компоненти в (6) за които $k_x^2 + k_y^2 > \frac{\omega^2}{c^2}$.

Тези компоненти затихват експоненциално с отдалечаване от източника и затова се наричат еванесцентни (неразпространяващи се) вълни.

Именно еванесцентните вълни носят информация за най-малките детайли на обекта. Това се вижда лесно като приложим известното съотношение между широчината на един импулс и широчината на неговия спектър.

Това, че във формирането на изображението не участват хармоничните с напречно вълново число $k_{\perp} > \frac{\omega}{c}$, има за резултат ограничаването на разделителната способност до размери от порядъка на дълчината на вълната $\lambda = \frac{2\pi c}{\omega}$.

Близкото поле е локализирано в непосредствена близост до обекта, на разстояние от порядъка на дълчината на вълната. Това поле не се фокусира

от оптичната леща, защото затихва много бързо. Обаче именно близкото поле носи информация за детайлите на обекта, които са с размери по-малки от дълчината на вълната на използваната светлина.

В последните години теоретично и експериментално беше показано как дифракционното ограничение може да се преодолее чрез използването на материали с отрицателен показател на пречупване. Този нов тип материали беше предложен за пръв път от Л. И. Манделщам и В. Г. Веселаго [2].



Фиг. 2. В. Г. Веселаго

2. Материали с отрицателен показател на пречупване

Материалите с отрицателен показател на пречупване са материали, в които диелектричната проницаемост $\epsilon_a = \epsilon_r \epsilon_0$ и магнитната проницаемост $\mu_a = \mu_r \mu_0$ са отрицателни величини, $\epsilon_a < 0$ и $\mu_a < 0$ [2].

Както е известно в изотропните диелектици $\epsilon_a > 0, \mu_a > 0$, т.е. този тип материали са разположени в първи квадрант на показаната на Фиг. 3 координатна система с оси ϵ и μ .

Във втори квадрант на тази координатна система, когато $\epsilon_a < 0, \mu_a > 0$ попада плазмата при честоти по-малки от плазмената честота и при отсъствието на магнитно поле. Във втори квадрант попадат и металите при честоти по-малки от плазмената честота на електронния газ. Тази честота се дава с формулата:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{n e^2}{m \epsilon_0}}, \quad (7)$$

където n е плътността на валентните електрони, m – масата на електрона.

За повечето метали (Ag , Au и др.) плазмената честота лежи в ултравиолетовата област. За честоти по-малки от плазмената, светлината се отразява от повърхността на метала и това им придава характерен блясък. За някои метали, като Cu , ω_p лежи във видимата област и на това се дължи техният характерен цвят.

За относителната диелектрична проницаемост на металите е в сила:

$$\epsilon_r = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \quad (8)$$

Тази зависимост е показана графично на Фиг. 4.

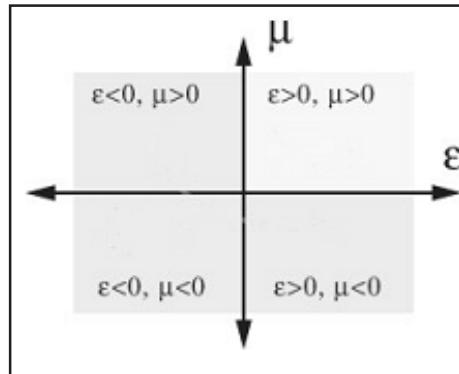
Дисперсионното съотношение за електромагнитни вълни разпространяващи се в метали е:

$$\omega^2 - \omega_p^2 = c^2 k^2 \quad (9)$$

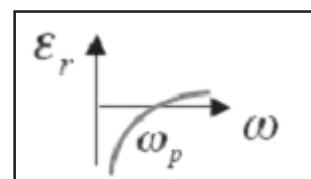
k – вълновото число.

За $\omega < \omega_p$ полето в метала е еванесцентно и в него не се разпространяват бягащи вълни.

Материалите, в които $\epsilon_a > 0, \mu_a < 0$, включват резонансните феромагнетици и антиферомагнетици.



Фиг. 3. Класификация на природните и изкуствено създадените материали по техните диелектрична и магнитна проницаемости.



Фиг. 4. Диелектрична проницаемост на металите



*Фиг. 5. Дж. Пендири
(J. B. Pendry)*

Третият квадрант на Фиг. 3 остава незает – не са известни природни вещества, в които едновременно $\epsilon_a < 0, \mu_a < 0$.

Дж. Пендири (J. B. Pendry) пръв показва по какъв начин може да се създаде изкуствен материал, в който едновременно $\epsilon_a < 0, \mu_a < 0$ [3]. Идеята на Дж. Пендири е реализирана експериментално от Д. Смит (D. R. Smith) [4]. Новият клас изкуствени материали са наречени метаматериали.

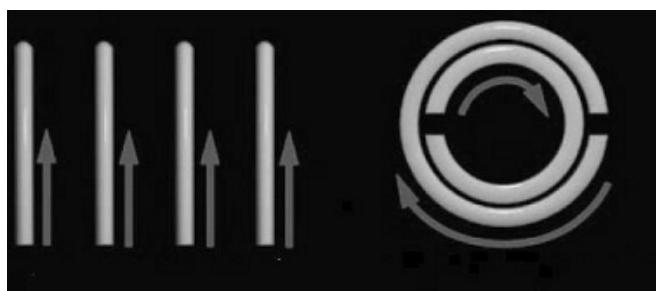
Метаматериалите са композитни материали с периодична пространствена структура. Базисният елемент и константата на решетката са с размери по-малки от дълчината на вълната на използваното електромагнитно лъчение. Това позволява метаматериалите да се разглеждат като хомогенни и да се характеризират чрез ефективните стойности на ϵ , μ и n .

По технологични причини първите метаматериали са създадени за микровълново лъчение (характерна дължина на вълната 10 см).

В предложения от Дж. Пендири и реализиран от Д. Смит метаматериал като „електрични атоми“ се използват къси, в сравнение с дълчината на вълната, праволинейни проводници – Фиг. 6а. Такъв къс праволинеен проводник се нарича елементарен електрически вибратор. Електричната компонента на електромагнитната вълна създава в елементарния електрически вибратор електричен ток. От електродинамиката е известно, че елементарния електрически вибратор е еквивалентен на електрически дипол (дипол на Херц). За честоти по-големи от резонансната, диполният момент е ориентиран спрещу електричното поле. Пространствена решетка от къси метални пръчки реагира на електромагнитното поле като среда с отрицателна диелектрична проницаемост, $\epsilon_a < 0$.

Като „магнитни атоми“ Дж. Пендири предлага да се използват миниатюрни пръстенчета от проводящ материал, разрязани в единия си край – Фиг. 6б.

Очевидно такава структура е еквивалентна на LC трептящ кръг. Тя е известна като „разрязан пръстеновиден резонатор“ (SRR-Split Ring Resonator). Магнитното поле на вълната индуцира в SRR кръгови токове,



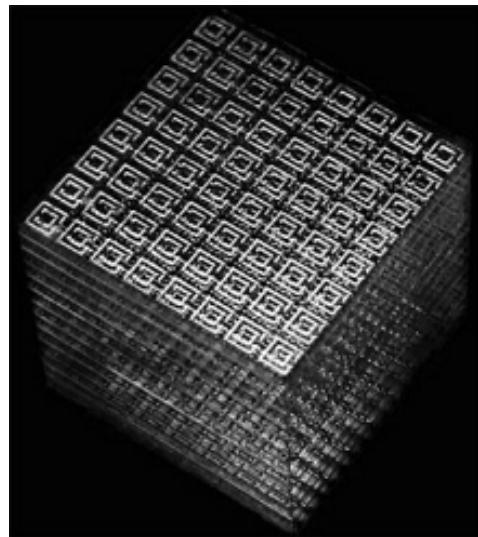
Фиг. 6. Структурните елементи, от които е изграден предложението от Дж. Пендири метаматериал

които са еквивалентни на магнитни диполи. Ако честотата на електромагнитното лъчение е малко над резонансната честота, то индуцираните магнитни диполи са ориентирани по такъв начин, че магнитната проницаемост е отрицателна, $\mu_a < 0$.

В един метаматериал „електричните“ и „магнитните“ атоми са подредени в тримерна периодична пространствена решетка – Фиг. 7. Тъй като размерите на отделните структурни елементи и разстоянията между тях са много по-малки от дължината на вълната, то електромагнитната вълна „вижда“ един ефективен хомогенен материал с $\epsilon_a < 0$, $\mu_a < 0$.

Първото експериментално подтвърждение на това, че предложенията от Дж. Пендри метаматериал има свойствата на материал с отрицателен показател на пречупване, $n < 0$, е направено през 2001 г. от групата на Д. Смит (D. Smith) в Калифорнийския университет в Сан Диего за микровълновата област (10.4-11 GHz) [5].

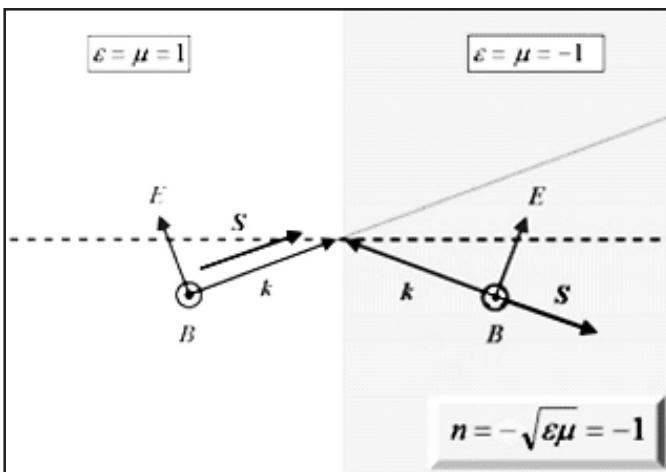
Както пръв показва В. Веселаго през 1967 г., материалите с отрицателен показател на пречупване имат необичайни оптични свойства [2], Фиг. 8.



Фиг. 7. Метаматериал с отрицателен показател на пречупване в микровълновата област



*Фиг. 8. На тази картина, получена чрез компютърно моделиране, са показани необичайните оптични свойства на материалите с отрицателен показател на пречупване.
а.) чашата е празна, б.) чашата е пълна с вода, в.) чашата е пълна с течност
с отрицателен показател на пречупване*



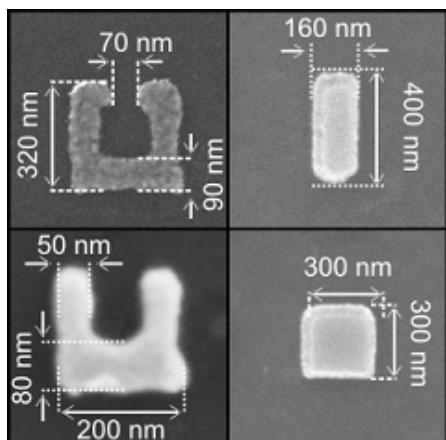
Фиг. 9. Посока на вълновия вектор и на вектора на Пойнтинг в среда с отрицателен показател на пречупване

\vec{S} винаги образува с \vec{E} и \vec{B} дясноориентирана тройка вектори, то в LHM материал вълновият вектор \vec{k} е антипаралелен на \vec{S} . Това означава, че фронта на вълната се разпространява срещу потока на енергията. А именно потокът на енергията определя направлението на разпространение на лъча. В LHM материали груповата и фазовата скорости са противоположно насочени.

Картина е необичайна. Да разгледаме непрекъснат източник на светлина, разположен в среда с $n < 0$. Ако можехме да наблюдаваме отделните максимуми и минимуми на светлинната вълна, то ние бихме видели, че тези

максимуми и минимуми първо се появяват върху обекта, осветен от светлинния източник, и след това се движат назад към този източник, където изчезват. Енергията на вълната обаче се движки напред, отдалечавайки се от източника. Именно това е и направлението на разпространение на светлинния сноп.

За създаването на метаматериал с отрицателен показател на пречупване за видимата област е необходимо размерът на отделните „тухлички“ да е от порядъка на 50 nm. Чрез техниката на литография с електронен лъч през 2004 г. бяха създадени метаматериали с $n < 0$ за $\lambda 1-3 \mu\text{m}$ (100-300 THz), т.е. на границата на видимата област [6], Фиг. 10.



Фиг. 10. Метаматериал с отрицателен показател на пречупване във видимата област

Докато материалите с $\epsilon < 0$ или $\mu < 0$ са непрозрачни за електромагнитното лъчение, то материалите с $\epsilon < 0$ и едновременно $\mu < 0$, за които $n = -\sqrt{\epsilon\mu}$, са прозрачни.

В материалите с $n < 0$ \vec{E} , \vec{B} и \vec{k} образуват лявоориентирана тройка вектори. Затова В. Веселаго нарича тези среди „лявоориентирани“ или „леваци“ (LHM-Left Handed Material) – Фиг.9. Тъй като векторът на Пойнтинг

3. Суперлещи

Под суперлеща се разбира леща, способна „да прескочи“ дифракционната граница на разделителната способност на получаваното изображение.

Пръв В. Веселаго показва, че плоскопаралелна пластинка от LHM материал действа като събирателна леща. Това обаче е по-особена леща – тя не може да фокусира успореден спон лъчи и нейното увеличение е равно винаги на +1 – Фиг. 11.

През 2000 г. Дж. Пендири теоретично показва, че подобна плоска леща може да играе ролята на суперлеща [7].

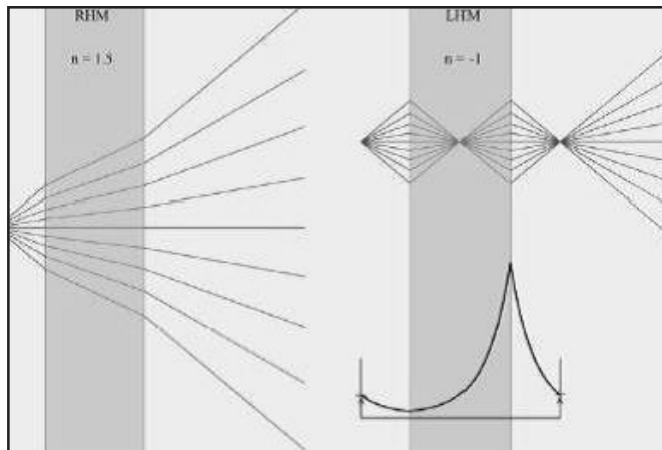
И наистина, докато в традиционните материали евансентните вълни затихват бързо с отдалечаването от източника, то в LHM среди тези вълни обратно – нарастват с отдалечаване от източника. В материал, в който $\epsilon = -1$ и $\mu = -1$ вълновото число по посока на разпространение на лъча се дава с формулата:

$$k'_z = -\sqrt{\frac{\omega^2}{c^2} - k_x^2 - k_y^2} \quad (10)$$

За LHM материал членът $\exp[i(k'_z z - \omega t)]$ сега расте експоненциално с разстоянието. Това е показано в долната част на Фиг. 11б.

Експоненциалното нарастване на евансентните вълни в материал с отрицателен показател на пречупване позволява да се създаде „идеална“ леща. При подходяща дебелина на плоскопаралелна пластинка, направена от материал с $n < 0$, усилването на евансентните вълни в нея напълно компенсира тяхното затихване в пространството пред и зад лещата. Подобна леща предава без деформация всички пространствени хармонични на полето на електромагнитната вълна от източника до изображението. Плоската леща от LHM материал, поне теоретично, е лишена от ограничения в разделителната способност.

Теоретичните предсказания на Дж. Пендири бяха подтвърдени експериментално през 2004 г. от А. Гърбич (Anthony Grbic) и Дж. Елефтериадес



Фиг. 11. Леща на Веселаго. а.) оптично действие на плоскопаралелна пластинка от традиционен материал ($n > 0$), б.) фокусиращо действие на плоскопаралелна пластинка от материал с отрицателен показател на пречупване ($n < 0$); в долния край на Фиг. 11б е показано усилването на евансентните вълни от пластинката.

(George V. Eleftheriades) от университета в Торонто [8]. Използвайки описания по-горе метаматериал те показваха, че плоскопаралелна пластинка с $\epsilon = -1$ и $\mu = -1$ може да създава изображения с разделителна способност 3 пъти по-висока от дифракционната граница за диапазона на микровълните.

Но как да се създаде суперлеща работеща във видимата част на спектъра, т.е. при дължини на вълната 400-700 nm?

Трудността идва от обстоятелството, че във видимата област природни материали имат много малка чувствителност към магнитното поле.

4. Оптични суперлещи

За щастие се оказва, че за разстояния между обекта и изображението по-малки от дължината на вълната е достатъчно само $\epsilon = -1$, без значение каква е стойността на μ . Това открива път за създаване на суперлеща, работеща във видимата област. За такава суперлеща може да служи тънък метален слой (Ag) за честоти, за които $\epsilon = -1$.

Първата оптична леща, работеща във видимата област, е създадена през 2005 г. от Кс. Джанг (Xiang Zhang) в Бъркли [9] и от Р. Блейки (Richard Blaikie) в университета в Кентърбъри, Нова Зеландия.

За разстояния по-малки от дължината на вълната (в областта на близкото поле) реакцията на материалите на електричната и на магнитната компоненти на вълната не са свързани. За една електромагнитна вълна с TM поляризация (\vec{B} е перпендикулярно на равнината на падане) от значение е само стойността на диелектричната проницаемост и за създаването на суперлеща е достатъчно само $\epsilon = -1$.

За металите, реалната част на диелектричната проницаемост е отрицателна $Re(\epsilon) < 0$ за честоти, лежащи във видимата област на спектъра. Това се дължи на възбудждането на колективни трептения на свободните електрони на повърхността на метала, т. нар. повърхнинни плазмони (SP-Surface Plasmons).

Усиливането на евансентната вълна от сребърната пластинка се дължи на резонансното възбудждане на повърхнинни плазмони. За настъпването на подобен резонанс е необходимо реалната част на диелектричната проницаемост в метала и в диелектрика да са равни по абсолютна стойност, но да имат противоположни знаци.

Условието за резонансно възбудждане на повърхностните плазмони и съответно за усиливане на евансентното поле от металната пластинка е:

$$\frac{k_{zm}}{\epsilon_m} + \frac{k_{zd}}{\epsilon_d} = 0 \quad (11)$$

където k_{zm} и k_{zd} са вълновите числа в метала и в диелектрика, а ϵ_m и ϵ_d са диелектричните проницаемости съответно в метала и диелектрика. Оста z е насочена перпендикулярно на границата метал-диелектрик.

Плазмоните представляват колективни трептения на плътността на свободните електрони в метала, най-често в диапазона на оптичните честоти. Плазмоните са квазичастични, резултат от квантуването на плазмените трептения на електронния газ в металите.

От интерес за създаването на суперлеща са повърхнинните плазмони – Фиг.12. Те са ограничени до повърхността на метала и се появяват на границата на диелектрици, в които $\epsilon_d > 0$ и метали с $\text{Re}(\epsilon) < 0$. Полето на повърхнинните плазмони е силно локализирано и могат да се получат големи локални интензитети.

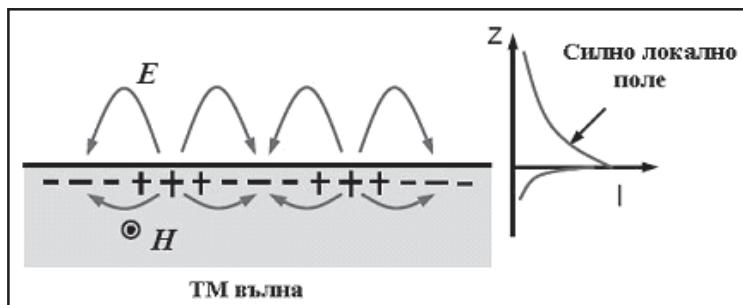
Дисперсионното съотношение за повърхнинните плазмони е:

$$k_x = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\epsilon_m \epsilon_d}{\epsilon_m + \epsilon_d}} \quad (12)$$

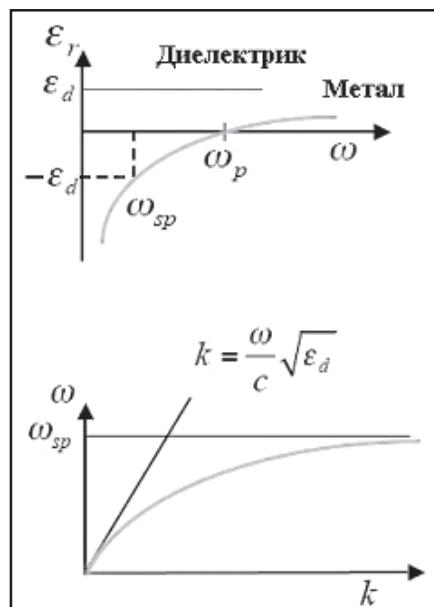
То е показано на Фиг. 13.

Групата на Кс. Джанг постига разделителна способност $\lambda/6$, т.е три пъти под дифракционната граница [10]. Изображението при тях се регистрира с помощта на оптична литография – Фиг. 14.

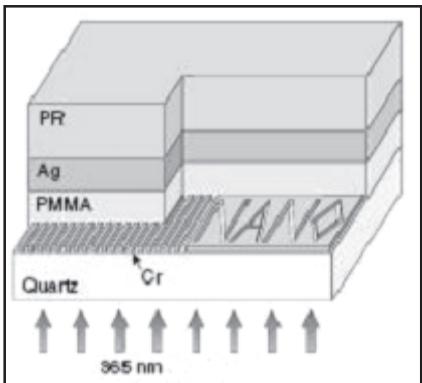
Обектът е инкрустиран върху слой от Cr с дебелина 50 nm с помощта на остро фокусиран ионен сноп. Следва диелектричен слой от полиметилметакрилат (PMMA-Poly Methyl Metacrylate). Самата суперлеща представлява слой от Ag с дебелина 35 nm. За материал на суперлещата е избран Ag защото има относително ниски загуби в оптичната област и $\epsilon = -1$ за ултравиолетовата област. За осветяване се използва i-линията на жичачна лампа с $\lambda = 365$ nm. За тази дължина на вълната диелектричната проницаемост на Ag е $\epsilon_m = -2.4012 + i.0.2488$. Реалната част на ϵ_m точно се съгласува с диелектричната



Фиг. 12. Повърхнинни плазмони



Фиг. 13. Дисперсионно съотношение за повърхнинните плазмони



Фиг. 14. Сребърна суперлеща – експеримент на X. Zhang

традиционн оптически микроскоп, без при това разделятелната способност да падне под дифракционната граница.

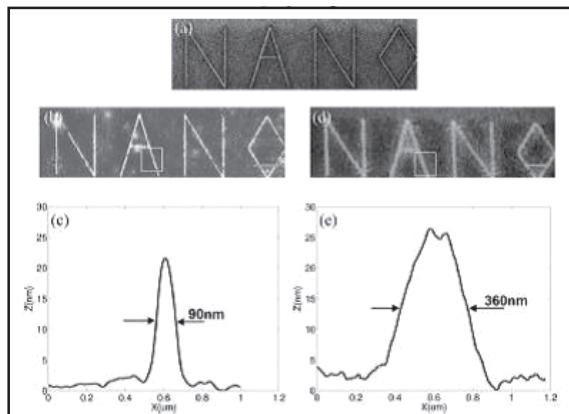
Освен това плоската суперлеща не може да създава увеличено изображение на обекта. При нея увеличението е винаги равно на +1.

Една идеална оптична система трябва обаче не само „да захване“ евансентното поле и да го предаде към изображението, така че да се възстанови информацията за детайлите на обекта с размери по-малки от дължината на вълната на използваната светлина, но подобна идеална оптична система тряб-

ва да може да преобразува евансентните вълни в разпространяващи се вълни Фиг. 16. Това ще позволи по-нататък изображението да се наблюдава с традиционен оптичен микроскоп.

Този нов подход към получаването на изображения с висока разделятелна способност във видимата област беше развит теоретично и експериментално от Кс. Джанг и неговите сътрудници [11].

Новата суперлеща представлява тримерна цилиндрична структура, състояща се от 16 редуващи се слоя от Ag и Al_2O_3 с дебелина от 35 nm, нанесени върху кварцова подложка – Фиг. 17.



Фиг. 15. Изображение на двумерен обект (думата NANO), получено с помощта на Ag суперлеща.
a.) обектът, както е гравиран върху Cr слой с помощта на острофокусиран ионен сноп,
b.) изображение получено с помощта на Ag суперлеща, d.) изображение без Ag суперлеща.

Лещата създава увеличено изображение с разделителна способност по-висока от дифракционната граница – Фиг. 18.

Тъй като суперлещата, създадена от Кс. Джанг, създава увеличено изображение, то по-нататък това изображение може да се наблюдава с помощта на традиционен оптичен микроскоп, като при това информацията за детайлите на обекта с размери помалки от дължината на вълната не се губи. Суперлещата на Кс. Джанг създава изображение с висока разделителна способност в далечното поле.

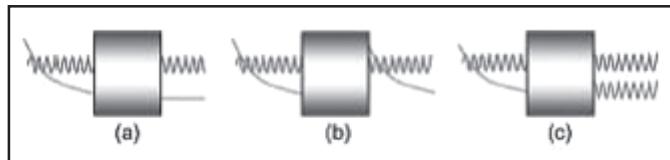
Използваната в суперлещата среда е силно анизотропна. По тази причина диелектричната проницаемост е тензорна величина. Важното е, че компонентите на този тензор имат различен знак, $\epsilon_\theta > 0$ и $\epsilon_r < 0$. Тогава дисперсионното съотношение приема вида:

$$\frac{k_r^2}{\epsilon_\theta} - \frac{k_\theta^2}{\epsilon_r} = \frac{\omega^2}{c^2} \quad (13)$$

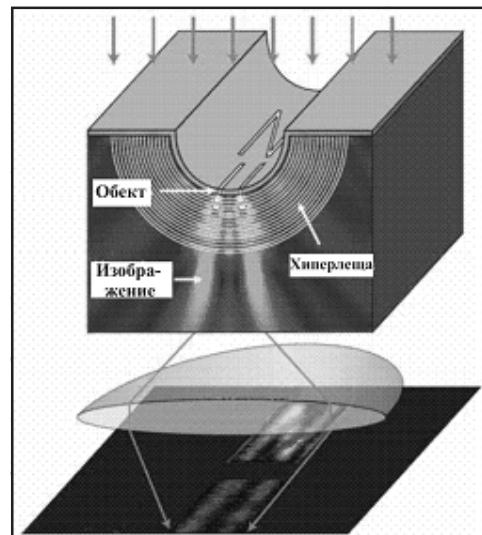
Това дисперсионно съотношение е показано графически на Фиг. 19 заедно с дисперсионното съотношение за изотропна среда. Поради това, че дисперсионната крива в анизотропния случай представлява хипербола, този тип суперлеща е наречена от авторите „хиперлеща“.

От Фиг. 19 се вижда, че докато в изотропния случай хармоничните с големи стойности на k_θ не се пропускат, тъй като k_r става имагинерно, а вълните стават еванесцентни, то в анизотропния случай k_θ и k_r могат да са произволно големи.

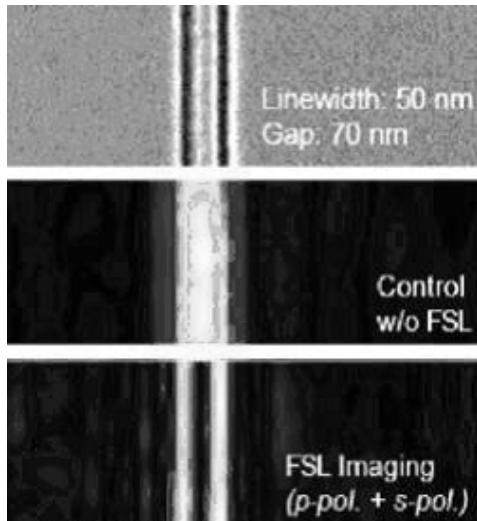
В предложената от Кс. Джанг и неговите сътрудници хиперлеща еванесцентните вълни се разпространяват в радиално направление. Това става чрез свър-



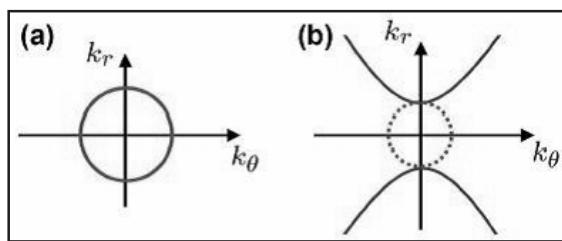
Фиг. 16. Преминаване на еванесцентните и разпространяващи се вълни през оптични системи от различен тип. а.) в традиционните оптични системи еванесцентните вълни (близкото поле) затихват експоненциално с разстоянието, б.) в една Ag суперлеща еванесцентните вълни се усилват от суперлещата, но след нея отново бързо затихват, с.) в „идеална“ суперлеща еванесцентните вълни се преобразуват в разпространяващи се (далечно поле) и след това могат да се наблюдават с помощта на традиционен оптичен микроскоп.



Фиг. 17. Увеличаваща хиперлеща



Фиг. 18. Изображение на обект, състоящ се от две линии с дебелина от 35 нм и разстояние между тях 150 нм, получено с помощта на увеличаваща хиперлеца на Кс. Джанг. а.) изображение, получено с помощта на сканиращ електронен микроскоп, б.) изображение получено с помощта на традиционна оптична леща, в.) изображение, получено с помощта на хиперлеца на Кс. Джанг.



Фиг. 19. Дисперсионно съотношение за изотропен материал (а) и за анизотропния материал на хиперлеца на Кс. Джанг (б).

10. H. Lee, Y. Xiong, N. Fang, W. Srituravanich, S. Durant, N. Ambati, Ch. Sun, X. Zhang. Realization of Optical Superlens Imaging below the Diffraction Limit. *New Journal of Physics*, v.7, 2005, p.255.
11. Zh. Liu, H. Lee, Y. Xiong, N. Sun, X. Zhang. Far-field Optical Hyperlens Magnifying Sub-Diffraction-Limited Objects. *Science*, v. 315, 2007, p. 1686.

заното възбудждане на повърхнинни плазмони в металните слоеве на лещата.

Литература

1. M. Born, E. Wolf. *Principles of Optics*. 4th ed. Pergamon Press, NY, 1970. (руски превод: М. Борн, Э. Вольф. *Основы оптики*, М., Наука, 1970)
2. Д. Динев. Материали с отрицателен показател на пречупване. Светът на физиката, №1, 2006, стр. 12-18.
3. J. B. Pendry, A. J. Holden, D. J. Robbins, W. J. Stewart. *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, v. 47, 1999, p. 2075.
4. D. R. Smith, W. J. Padilla, D. C. Vier, S. C. Nemant-Nasser, S. Schultz. A Composite Medium with Simultaneously Negative Permeability and Permitivity. *Phys. Rev. Lett.*, v. 84, 2000, p. 4184.
5. R. A. Shelby, D. R. Smith, S. Shultz. Experimentally Verification of a Negative Index of Refraction. *Science*, v. 292, 2001, p.77.
6. S. Linden, C. Enkrich, M. Wegener, J. Zhou, T. Koschny, C. M. Soukoulis. Magnetic Response of Metamaterials at 100 THz. *Science*, v. 306, 2004, p. 1351.
7. J. B. Pendry. Negative Refraction Makes a Perfect Lens. *Phys. Rev. Lett.*, v.85, 2000, p. 3966.
8. A. Grbic, G. V. Eleftheriades. Overcoming the Diffraction Limit with a Planar Left-handed Transmission-line Lens. *Phys. Rev. Lett.*, v. 92, 2004, p.117403.
9. N. Fang, H. Lee, Ch. Sun, X. Zhang. Sub-Diffraction-Limited Optical Imaging with a Silver Superlens. *Science*, v. 308, 2005, p.534.

ДВЕ СРЕЩИ: КРАМЕРС И ХАЙЗЕНБЕРГ

Иван Тодоров

Най-близък сътрудник на Нилс Бор в Копенхаген, през есента на 1924 Крамерс въвежда появилия се там 23-годишен студент Хайзенберг в своя подход към атомните спектри. През 1943 Хайзенберг (Нobelов лауреат от 1932) е на официално посещение в окупирания от немците Холандия. Крамерс го приютява в своя дом, но не приема съавторство в обсъжданата от тях работа за S-матрицата. Основен източник, особено за втория епизод, е книгата [D] на Макс Дрезден (1918-1997), ученик на Крамерс. (Цитати, в които се привеждат само страници и/или раздели, се отнасят до тази книга.)

Светът на Ханс¹. Крамерс не започва и не свършва с физиката. От дете с очила, той пише стихове и разкази и (като десетгодишен) проявява необичайни познания по скандинавската митология. Обича музиката, става добър пианист и прекрасен челист. Така добре научава старогръцки и латински (за държавния приемен изпит в университета), че по-късно чете Омир, Хораций, Цицерон в оригинал. Не се решава лесно да следва физика: по думите на знаменития му съотечественик Лоренц² „Физикът, и това важи за всички нас, трябва да се ограничи да чете по своему книгата на мирозданието“. Малко преди да влезе в университета, Ханс пише с тъга, че човек на науката трябва да жертва своята индивидуалност (с. 89 и 478). Като студент в Лайден, въпреки проявената дарба, за дълго си навлича недоверието на своя професор Еренфест³ заради нежеланието си да се отдава изцяло на физиката. След няколкомесечно учителстване, в разгара на войната, през септември 1916, отпътува за Копенхаген и се представя на Бор⁴ – без препоръка и предупреждение. Приет не без колебание, той бързо е оценен: запознат изтънко с аналитичната механика, Крамерс помага на Бор да влезе в крак с работите на Зомерфелд⁵ и да ревизира своя труд за атомните спектри. Той става първия асистент в Института по теоретична физика (по-късно наречен на името на Нилс Бор, създаден след появата на младия холандец в Копенхаген⁶). В задълженията на Крамерс влиза и четенето на лекции, с което той се справя превъзходно. (Така съвършено овладява датския език, че Оскар Клайн, вторият чуждестранен сътрудник в Института, дълго време го смята за датчанин). Скоро след пристигането си Крамерс обяснява (съвместно с Бор) интензитетите и поляризацията на спектралните линии на атома на водорода. През 1919 той защищава в Лайден изработената в Копенхаген докторска дисертация. При завръщането в къщи, той е придружен от годеницата си, бурната Ана Петерсен („Щорм“), която учи пеене в Копенхаген. Отношенията им са сложни: те се карат (преди и след защитата), машехата му не я приема,



Х. Крамерс

Крамерс не може да реши дали да се жени или не. През юни 1920 Щорм решава да избяга и заминава за Париж. За нейна (а може би и за негова) изненада Ханс я последва. През октомври те се женят (в католическа черква – по религията на Ана) с Бор и Клайн като свидетели. Крамерс моли приятеля си от детство (Romeyn) да съобщи на родителите му – калвинисти – какво е направил. Те не са зарадвани от новината, но се сърдят главно на ... Бор, че преуморявал Ханс с работа. (Двете съперници, Щорм и свекърва й, мислят сходно по въпроса.)

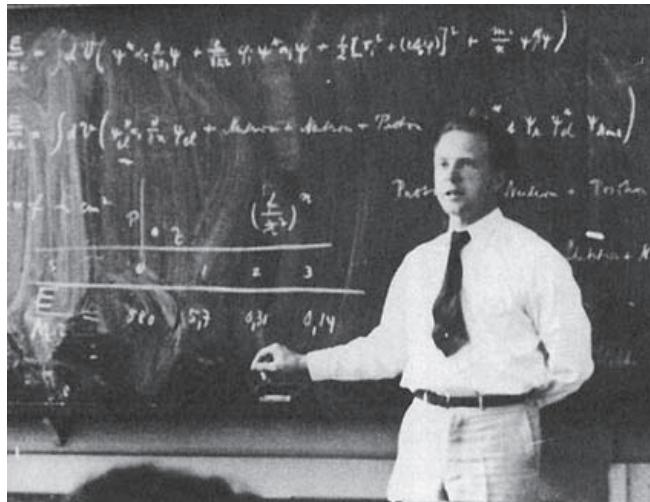
1. Създаване на квантовата механика (виж също [Т])

*But though one word can thus wound me,
where is the word whose strength can lift me up?*

H. A. Kramers (transl. by Claire N. White) [D] p. 535

Когато младоците, първо Паули, после Хайзенберг, се появяват в Института, Крамерс, вече семеен и доктор, има авторитета на „представител на Бор на земята“. Амбициозният Хайзенберг, свикнал с ролята на избраник (в сред студентите в Мюнхен и в Гьотинген), е смутен (при първото си посещение в Копенхаген, по Великден 1924): „В началото се чувствах силно потиснат от младите физици от цял свят, които заобикаляха Бор... Повечето от тях говореха по няколко езика ... познаваха света ... свиреха превъзходно на различни музикални инструменти и, най-вече, разбираха много по-добре от мене съвременната атомна физика... Да намеря място в този кръг изглеждаше напълно безнадеждно... Спомням си особено обсъжданията с Крамерс от Холандия... Той беше тип човек, който ме превъзхождаше и в същото време ми се виждаше малко странен.“ ([Н] гл. IV, [D] с. 263 и с. 265). Символично е, че Хайзенберг се изказва критично към работа на Крамерс още преди да са се срещнали: по време на лекция на Бор в Гьотинген през юни 1922. (Става дума за пресмятането на квадратичния ефект на Щарк⁷, цитирано от Бор.) В преписката между Хайзенберг и Паули (приятели от студентство в Мюнхен) Бор е „Папата“, а Крамерс „Негово преосвещенство“. Според Дрезден (13, IV E), в устата на Хайзенберг в иронията с кардиналската титла има елемент на завист. Факт е, че когато Хайзенберг се кани да дойде за по-дълъг срок, през есента на 1924 той пише на Бор: „Непременно ще бъда в Института, когато Крамерс отсъства, за да мога да Ви помогам. Затова, моля Ви, пишете ми, кога Крамерс заминава от Копенхаген.“ (Знаело се, че на Крамерс му предстои да ходи на конференция в Инсбрук). През 1924 Бор е увлечен от идеята, че енергията в мик-

росвета се запазва само средно статистически (в съвместна работа с Крамерс и Слатер⁸, известна с инициалите БКС) – идея, призвана да примири фотоефекта⁹ с вълновата природа на светлината, но оспорвана, например от Айнщайн ([P] 22). Бор дълго не може да приеме реалността на фотона: две години по-рано той попречва на Крамерс да публикува своето предсказание за ефекта на разсейване на светлинни кванти от електрони¹⁰, като го убеждава, че той е несъвместим с твърдо установените вълнови свойства на светлината (14, II-III). Върнал се в Копенхаген, Крамерс, горещ поддръжник на философията на БКС, възобновява работата си по теория на дисперсията. В обсъжданията активно се включва (пристигналия преди него) Хайзенберг. В определен момент, с благословията на Бор, работата се обявява за съвместна. (Крамерс, който цял живот избягва конфликтите¹¹, приема снизходително младия немец за съавтор, но не му доверява писането.) Съвместната статия¹², „Относно дисперсията на излъчване от атоми“, е завършена от Крамерс през декември 1924, след като Хайзенберг (който през януари му пише, че одобрява ръкописа) е отпътувал. Тя е забележителна в много отношения. Развивайки идеи на Крамерс, авторите успяват да включват електромагнитното излъчване в рамките на старата квантова теория – задача, за решаването на която Бор е готов да пожертва закона за запазване на енергията в атомните процеси. По-важно, в (КХ) се въвеждат понятия и формули (например за „виртуалните осцилатори“), които Хайзенберг използва половин година по-късно в първата (матрична) формулировка на квантовата механика. Принципът на Бор на съответствието между класическата и (още неизвестната) квантова физика изисква изкуство за своето прилагане. В (КХ) се правят критично важни стъпки: (1) механичните честоти на осцилации се свързват с наблюдаваните квантови честоти на Бор; (2) производните се заменят с крайни разлики (стъпка, направена независимо от Борн¹³); (3) коефициентите на Фурие на „виртуалните осцилатори“ се свързват с айнщайновите амплитуди на вероятности; (4) не помалко важно, демонстрира се физичният смисъл на техните (комплексни!) фази, които играят роля в ефекти на интерференция. В рабо-



В. Хайзенберг

тата също се предсказва откритото по-късно (1928) комбинационно разсейване на светлината¹⁴. Статията се позовава на БКС, но нейните изводи, започвайки от формулата за дисперсията, не зависят от спорните идеи на Бор и запазват валидността си и до днес, 80 години след създаването на квантовата механика.

Макар и не лесна за четене, (KX) се оценява от съвременниците по-скоро по усет – като стъпка в правилна посока. Двамата автори се отнасят различно към нея. Ако за Крамерс резултатите потвърждават идеологията на БКС (на която той се позовава в абстракта и в заключението), за Хайзенберг са привлекателни формулите, „които работят“, особено, когато свързват „чисто квантови“ величини; той търси сред тях знаци за бъдещата теория. Бор обича да разсъждава на глас, има постоянна нужда от събеседник. Когато няма друг, той диктува – размишлявайки – своите статии на жена си. Той трябва да убеди младите физици, които събира в Копенхаген, в правотата на идеите си. Трудно е да се устои на неговия натиск. (Описан е случай, когато Шрьодингер¹⁵, гост на Бор през есента на 1926, се разболява, но не престава да критикува „квантовите скокове“, а Бор, седнал до леглото му, продължава да го убеждава „като безмилостен фанатик“ в своята интерпретация; с Хайзенберг, който е не по-малко упорит, едва не се стига (през 1927) до скарване – „Оскар Клайн мъжествено“ успокоява Бор, [B/H] с. 164 и с. 170.) Крамерс с готовност приема идеите на Бор; отказва се от собствената си работа за фотона и става убеден защитник на подхода на БКС. Той е наказан: Боте и Гайгер¹⁶ разработват нова техника (броене на съвпадения), за да проверят закона за запазване на енергията и импулса при индивидуални стълкновения на фотони и електрони (поставен под съмнение от БКС) и го потвърждават с висока точност. Бор не прави от това трагедия: той пише на колега, че ще трябва „да погребем нашите революционни усилия с почести“ и почва да мисли за „понятията, върху които трябва да се основава описание на природата“ (13, III с. 210; [P] с. 421). Крамерс изглежда по ангажиран с БКС от своя учител. През май 1925, той пише на Борн: „Убеден съм, че систематичното свързване на индивидуалните процеси“ (тоест разглеждането им като съударения на частици, при които се запазва енергията и импулсът) „е несъвместимо с вълновата оптика... Не мога да кажа, колко убедителен е опитът на Боте и Гайгер за ефекта на Компътън“ (13, III с. 213).

Хайзенберг не се вълнува за съдбата на БКС. Както той пише по-късно, формулите от (KX) „работеха в някакъв смисъл автоматично, независимо от физическите модели. За мене математическата схема имаше магическа привлекателност; бях пленен от мисълта, че тук се крият първите нишки на огромна мрежа от дълбоко скрити съотношения.“ (13, с. 247). Ето как, пак по негови думи, се развиват събитията, [H(p)] с. 56-58. „Опитах се да отгатна правилните формули за интензитетите на спектралните линии на водорода,

следвайки пътя на статията ни с Крамерс. Затънах в непроходими дебри от сложни формули, от които не виждах изход. В резултат от този опит, обаче, се убедих окончателно, че не трябва да си задавам въпроси за движението на електроните в атома, а че съвкупността на честотите на трептения и на амплитудите, които определят интензитетите на спектралните линии, могат да служат като пълноценна замяна на електроните орбити. ... Едно външно препятствие повече ми помогна отколкото попречи. В края на май 1925 така неприятно се разболях от сенна треска, че трябваше да си взема отпуск и да замина за остров Хелголанд, та там, на морския въздух, далеч от цъфнали дървета и поляни, да се справя с болестта ... Освен разходките по хълмовете и пясъчните дюни нямах повод да се отвлечам от задачата и работата тръгна по-бързо, отколкото би било възможно в Гьотинген... Беше около три през нощта, когато стигнах до резултата... В първия момент се уплаших. Имах чувството, че през повърхността на атомните явления виждам лежаща дълбоко под нея абстрактна картина, от чиято красота ми се зави свят..“ Хайзенберг не е уверен дали този първи образ на бъдещата теория, просветнал му преди разсъмване на Северното море, не е мираж. Върнал се в Гьотинген, той пише на Паули какво е получил и добавя, че „всичко ми е още неясно“ ([P91] с. 275). Обикновено критичният Паули го окуражава. Хайзенберг дава готовата статия на Борн с думите, че е „написал смахната работа“ и оставя на професора да реши дали да я публикува ([P91] с. 278). На 25 юли Борн я представя на списанието (*Zeitschr. f. Phys.* **33** (1925) 879-883; руски превод: Успехи физ. наук **122** (1977) 574-586). Борн и Йордан¹⁷ и (независимо) Дирак веднага осъзнават значението на работата и спомагат за нейното разбиране и развитие¹⁸. Хайзенберг споменава, в картичка до Паули, че я обсъждал и с (дошлия в Гьотинген по покана на Борн) Крамерс, който му казал, че е прекален оптимист (13, III с. 214). Теоретикът, най-добре подготвен да разбере резултатите на Хайзенберг, не я споменава няколко месеца. (Бор, при когото Крамерс прекарва лятото, научава за нея едва в края на август от писмо на Хайзенберг.) Опитното отхвърляне на теорията на БКС, която той е взел присърце, и последвалото откритие на (матричната) квантова механика – с помощта на неговите формули, но без него – му идва много наведнъж. Крамерс не вини никого, но на 15 август пише на своя най-близък приятел (Romeyn): „Причината, че не ти отговорих по-рано, е преумората и лошото ми настроение през последните три месеца – нямах сили да се преборя с него...“ (с. 277). По-късно през есента, той вече работи активно по новата теория и възторжено цитира Хайзенберг (с. 252). През ноември 1925 открива, независимо от Дирак, магическия ключ към квантуването, който превръща скобките на Поясон в комутатори (до тази мисъл е стигнал и Паули) ([tH] с. 150). Но ролите на Хайзенберг и Крамерс са се сменили: Хайзенберг е вече водещ в новото развитие. След девет години работа при Бор, Крамерс решава

ва да се върне в Холандия и реализира намерението си без обичайните за него колебания. През май 1926 започва лекции в Уtrecht (може би първият курс по квантова механика в света (с. 281).

2. Отхвърленият шанс

*Аз съм щастлив; но това е щастието
на миналата пролет на моите мечти.
По пътя към самопречистването човек не бива да ламти
за почести и слава.*

Записи из дневника на Ханс Крамерс (с. 522)

През октомври 1943 Хайзенберг отива в Лайден, за да изнесе доклад на колоквиума за своята нова теория на S-матрицата. (Ситуацията е сложна: германската армия нахлува в Холандия на 10 май 1940; жестока (и ненужна от военна гледна точка) бомбардировка разрушава Ротердам, родният град на Ханс; на 14 май Холандия капитулира. Когато на 26 ноември 1940 уволняват от Университета в Лайден известен професор по право, защото е еврейин, деканът на факултета произнася бунтарска реч (в свободния час на уволнения колега) и е арестуван на място (той предвидливо си носел куфар с дрехи). Студентите обявяват стачка и университетът е затворен. През пролетта на 1942 повечето професори, включително и Крамерс, си дават оставките, [C] с. 2014.) Крамерс кани Хайзенберг да живее у тях; колоквиумът е обявен като обсъждане между приятели, не като университетско мероприятие. В разгара на войната Хайзенберг, който отговаря за немския уранов проект, мисли повече за трудностите с разходимостите в квантовата теория на полето. Той ги приема като знак, че в природата има фундаментална дължина l , а противоречия възникват, когато прилагаме нашите представи за локализация на разстояния по-малки от нея. (Тази идея вълнува Хайзенберг до края на живота му. По-късният му опит да я осъществи в свой вариант на поле на „праматерия“ не завършва с успех – виж [T]. Идеята, обаче, е жива и до днес, само че се свързва със значително по-малката дължина на Планк, чийто квадрат е пропорционален на константата на гравитационното взаимодействие.) Предполага, че отново, както при построяването на квантовата механика, само наблюдаемите величини, като стационарните (свързани) състояния и данните за разсейване, които се съдържат в S-матрицата, ще запазят своя смисъл в новата теория (включваща l). (След две десетилетия, подобна S-матрична теория, пропагандирана от американския теоретик G. Chew, стана модна, макар и не за дълго.) Крамерс, след продължителен период на депресия, е въодушевен от работата на Хайзенберг. По време на доклада той отбелязва, че е важно S-матрицата да се разглежда като аналитична функция от комп-

лексна енергия (и импулс), забележка, която прави силно впечатление на Хайзенберг. След вечерята и съвместното музициране (двамата с Хайзенберг свирят Бах), Крамерс прекарва безсънна нощ, работейки върху идеите на своя гост. Той си дава сметка, че има пряка връзка между свързаните състояния на частици и (простите) полюси на S-матрицата. (Неговият студент S. Wouthuysen, който по това време се крие в нелегалност, изучава таки-ва полюси в нерелативистичния случай).

Веднага след връщането си в Германия, Хайзенберг пише сърдечно писмо на Крамерс: „Беше утешение за мен, че човешките отношения могат да се поддържат даже в тези трудни времена... Много мислих за идеята ти матрицата на разсейване да се разглежда като аналитична функция. Все повече се запалвам от твоето предложение, защото мисля, че по този начин може да се получи пълна теория на елементарните частици теория, която съдържа известните частици и техните взаимодействия и която, може би, ще е в със-тояние да отговори на всички смислени въпроси... Съгласен ли си да продъл-жим работата заедно? (Разбира се, ако предпочиташ, можеш и сам да публи-куваш своята идея.)“ (17 II. С с. 454) Крамерс също е развлнуван. Две сед-мици след посещението на Хайзенберг той пише (на Clay): „Лично на мен визитата на Хайзенберг ми даде много...“ (с. 455), но така и не отговаря на полученото писмо. На 16 март 1944 Хайзенберг му пише повторно. Той е отишъл по-далеч в работата, развивайки идеята на Крамерс, праща преп-ринт на статията и отново предлага да я публикуват съвместно – в най-близ-ко време. Крамерс най-после отговаря – на 12 април. Писмото му започва като изповед. На него (Крамерс) винаги му е трудно да се ангажира изцяло с нещо, което е особено важно за него. Колкото по-пълно е необходимо да се отдаде, толкова по-мъчно му е да се реши. Сравнява с неспособността си да напише на любим човек: това изисква степен на отдаване, която го плаши, или за която не е готов. След това емоционално начало Крамерс се обръща без преход към конкретни въпроси от физиката. Той е заинтригуван от ре-зултатите на Хайзенберг и възторжено ги коментира: „Наистина се насладих на твоето подробно третиране на простия двучастичен модел. Това е първо-то релативистично инвариантно описание на стационарно състояние на сис-тема от взаимодействащи частици. То е дяволски неинтуитивно, но моделът е прекрасно съгласуван.“ Това е необичайно висока похвала от страна на Крамерс. Той е по-ентусиазиран, отколкото 18 години преди това, когато се запознава с работата, положила основите на квантовата механика. Ясно е, че е изучил препримта, разбрал го е и го харесва (коментира пресмятанията, отбелязва, че е важно да се отчете Т-инвариантността – симетрията спрямо обръщане на знака на времето).

И въпреки всичко, Крамерс не приема предложението. В третата част на писмото, напълно различна по тон и настроение, той се мъчи да обясни за-

що. Първата причина изглежда намислена: „Ти така виртуозно манипулиращ примерите, че аз, засега, не мога да се меря с теб.“

Той вече е направил сериозен принос и не може да го скрие от себе си. Радва се, че неговата идея се е оказала плодотворна, но добавя: „Ако споменеш в публикацията си, че моето предложение е било полезно, тогава моята роля в развитието на теорията на S-матрицата ще е точно отразена.“

Това заобикаля въпроса за бъдещо участие в работата. Наистина не е лесно да се сътрудничи по време на война, съобщенията, особено личните срещи, са затруднени. Крамерс възклика: „Да имахме възможност да си говорим по-често!“ (Може би само личното присъствие на Хайзенберг би му помогнало да преодолее страха пред необходимото пълноценно ангажиране с новата тема.) Следват многозначителните (и малко двусмислени) думи: „Сега не е време за съвместна публикация – но е време за съвместна работа.“

Повечето автори интерпретират този пасаж и въобще отказа на Крамерс изцяло политически, като нежелание да става съавтор на представител на завоевателите. Като още един аргумент за това се цитират нетактичните думи на Хайзенберг, казани на Казимир (пак тогава, на разходка насаме в Лайден): „Той обясняваше, че историческа мисия на Германия е да защища Запада и неговата култура от нашествието на източните орди и че сегашният конфликт не е изключение... (И така, може би, немско водачество над Европа би било по-малкото зло)“ ([C] с. 208). Крамерс избягва политически разговори с Хайзенберг. А интимният характер на писмото му не се връзва с идеята, че то просто е израз на съпротива срещу оккупатора.

Хайзенберг завършва статията самостоятелно и благодаря на Крамерс, че му е обърнал внимание каква важна роля играят аналитичните свойства на S-матрицата. Крамерс е вдъхновен от посещението на Хайзенберг и се връща, след октомври 1943, към работи по квантова химия и други проблеми, но не и към (вероятно по-привлекателните за него) фундаментални въпроси.

Този епизод е само един от десетината „пропуснати шансове“, за които говори неговият биограф (17, II). Друг пример е пионерската работа на Крамерс по теория на пренормировките, доведена до край след войната от Томонага, Шуингър, Файнман и Дайсън. Крамерс запознава американците със своите идеи по време на изигралата решаваща роля в развитието на квантовата електродинамика конференция на Shelter Island през 1947. (Той единствен от 25-те участници на конференцията е дошъл направо от Европа; другите европейци там¹⁹ са имиграли в САЩ преди или по време на войната.) Той не доживява признанието на своя принос, направено от Бете 20 години по-късно пред широка аудитория в Триест (виж [MR] 6:2 с. 1039).

Стиховете, негови и чужди, в дневника на иначе сдържания Ханс Крамерс говорят за неговите чувства. Един от записите се състои от стихотворението на Емили Дикинсън²⁰ (с. 533):

*My life closed twice before its close
it yet remains to see
if immortality unveil
a third event to me,

so huge, so hopeless to conceive,
as these twice befell.
Parting is all we know of heaven
and all we need of hell.²¹*

Бележки

¹ Така наричат Hendrik Anthony Kramers (1894 –1952), роден в Rotterdam, търговският център на Холандия, трети от петима братя – лингвист, инженер, физик, лекар; професор в Utrecht (1926-34) и в Leiden от 1934.

² Адапт на Ханс, Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) дели Нобеловата награда за 1902 със своя ученик P. Zeeman.

³ Paul Ehrenfest (1880-1933) „whose sarcasms were only a thin cloak for his own vulnerability“ ([C] p. 145).

⁴ Niels Bohr (1885-1962) получава Нобелова награда, 1922, за своя модел на атома от 1913.

⁵ Arnold Sommerfeld (1868-1951) прилага хамилтоновата теория към модела на атома на Бор. Като се запознава с неговите статии от 1915-16, Бор изтегля своята работа от Philosophical Magazine, за да отчете направеното.

⁶ Изборът на Бор на първите четири сътрудника на новия Институт е впечатляващ: Ханс Крамерс, шведът Oskar Klein(1894-1977), Wolfgang Pauli (1900-1958), получил Нобелова награда 1945, и Werner Heisenberg (1901-1976).

⁷ Johannes Stark (1874-1957), Нобелова награда, 1919. За дискусията между Бор и Хайзенберг – виж [MR] 1, с. 357.

⁸ John Clarke Slater (1900-1976) (Harvard, 1924-30; MIT, 193066) пристига в Копенхаген към Коледа, 1923.

⁹ Ефект, предсказан от Albert Einstein (1879-1955) през 1905; удостоен с Нобеловата награда за 1921.

¹⁰ Открит опитно през 1923 от американеца Arthur H. Compton (1892-1962), удостоен с Нобелова награда, 1927.

¹¹ A Kramers must fight to fight (Крамерс трябва да преори себе си, за да се бори), казал на племенника си (с. 274).

¹² H. A. Kramers, W. Heisenberg, Zeitschr. f. Phys. 31 (1925) 681-708 (английски превод в [tH]); цитира се като (KX).

¹³ Max Born (1882-1970) (Нобелова награда, 1954: закъсняла почит за вероятностното тълкуване на ψ -функцията).

¹⁴ Ch. Raman (1888-1970) (Нobelова награда, 1930), Л. И. Мандельштам (1879-1944) и Г. С. Ландсберг (1890-1957).

¹⁵ Erwin Schrödinger (1887-1961) (предложен от Айнщайн, дели Нobelовата награда за 1933 с Paul Dirac, 1902-84).

¹⁶ Walter Bothe (1891-1957) и Hans Geiger (1882-1945) публикуват резултатите си през април 1925. Слатер се сърди на Бор (и дори на Крамерс – до женитбата си с приятелката му, Rose, с. 528), че го е подвел; Крамерс – никога.

¹⁷ За недооценения Pascual Jordan (1902-80) увлекателно пише E. Schuckling, Physics Today, October 1999, 26-31.

¹⁸ Това, което кристализира, може да се формулира кратко. Физичните величини удовлетворяват уравненията на класическата физика, но тяхната алгебра се променя: координатите и импулсите не комутират при умножение, така че класическите траектории губят смисъл, докато наблюдаваните атомни спектри могат да се предскажат.

¹⁹ H. A. Bethe (1906-2005), E. Fermi (1901-51), J. von Neumann (1903-57), A. Pais (1918-2000), E. Teller (1908-2003), G. Uhlenbeck (1900-1988), V. Weisskopf (1908-2002) – виж [MR] vol. 6, Part 2, Epilogue 1.2.

²⁰ Emily Dickinson (Amherst, Massachusetts 1830-86), американска поетеса; славата ѝ идва след смъртта ѝ (приживе публикувала само 7 от своите 1775 стихотворения) – виж статиите на М. Николчина и Цв. Стоянов в [ЕД].

²¹ Животът ми два пъти свърши / преди да се свърши. / Остава да видя дали вечността / трети път ще ме скърши по същия начин без смисъл / и без пощада. / В раздялата ние узнаваме рая / и искахме ада. ([ЕД], превел Цветан Стоянов); мое разбиране на края: Раздялата е всичко, което знаем за рая / и всичко, което е нужно за ада.

Литература

[B/H] W. Heisenberg, Reminiscences from 1926 and 1927, in: Niels Bohr A Centenary Volume, Ed. by A. P. French, P. J. Kennedy, Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 1985, pp. 163-171.

[C] Hendrik Casimir, Haphazard Reality, Half a Century of Science, Harper & Row, N.Y. 1983; виж особено Chapter 5, с. 145 и Back to Leiden, с. 147-157; също Chapter 7: War Times, с. 191-210.

[D] Max Dresden, H.A. Kramers: Between Tradition and Revolution, Springer, N.Y. 1987 (552 с.).

[ЕД] Емили Дикинсън, Крехки небеса, Народна култура, София 1988.

[H] Werner Heisenberg, Der Teil und das Ganze: Gespräche im Umkreis der Atomphysik, Piper, Muenchen 1969; (p) руски превод: Часть и целое, УРСС, Москва 2004 (230 с.).

[MR] Jagdish Mehra, Helmut Rechenberg, The Historical Development of Quantum Mechanics, Springer, N.Y. et al. 1982/2001; vols. 1:1 (372 с.), 2 (355 с.), 6:1,2 (1612 с.).

[P] Abraham Pais, ‘Subtle is the Lord ...’ The Science and the Life of Albert Einstein, Clarendon Press, Oxford 1982 (552 с.), виж особено 22 Interlude: the BKS proposal, pp. 416422; български превод: „Изкусен е Всевишният ...“, Унив. Изд. „Св. Климент Охридски“, София 2004 (640 с.).

[P91] A. Pais, Niels Bohr’s Times, in Physics, Philosophy and Policy, Clarendon Press, Oxford 1991 (585 с.), виж 13 (d) 1925: how quantum mechanics emerged ‘quite vaguely from the fog’ pp. 275-279.

[tH] D. ter Haar, Master of Modern Physics: The Scientific Contributions of H. A. Kramers, Princeton University Press, Princeton 1998 (Review by P. H. E. Meijer in J. Stat. Phys. 94 (1999) 269-274).

[T] Иван Тодоров, Вернер Хайзенберг (1901-1976), I и II, Светът на физиката 25:1 (2002) 38-44 и 25:4 (2002) 319-328; допълнен английски вариант: Werner Heisenberg, arXiv:physics/0503235 и в: Prof. G. Manev’s Legacy in Contemporary Astronomy, Theoretical and Gravitational Physics, ed. by V. Gerdjikov and M. Tsvetkov, Heron Press, Sofia 2005, с. 62-86.

УИЛЯМ РОУАН ХАМИЛТЪН (1805-1865)

Дейвид Спиърман^[1]



Уилям Хамилтън, двестагодишнината от рождението на когото беше неотдавна отбелязана, е световно известен математик и най-великият учен на Ирландия. Когато го окачествяваме като математик, трябва да уточним, че Хамилтън разглежда математиката във връзката ѝ с реалния свят; той е бил натурфилософ и затова вероятно днес по-скоро бихме могли да го наречем физик теоретик, макар че самият той е гледал на себе си като на математик, защото е смятал, че математиката и нейното приложение в описаните на природата са неразделно свързани.

Хамилтън е бил сложна и ярка личност; пишал е стихове, често изпълнени с много страст, бил е приятел с Уърдзуърт^[2] и Колъридж^[3]. Имел е дълбок интерес към философията и това е оказало значително влияние върху научната му работа. Личният му живот не е бил безоблачен. Отношенията му с колегите понякога са били твърде трудни, но той все пак е имал много верни приятели. Още приживе неговият гений е признат и съвременниците му го смятат за водеща фигура в науката. Значението на неговите идеи, особено тези в динамиката, непрекъснато расте, тъй като те съставят рамката, в която са се развили нови идеи, а областите на приложението им непрестанно се разширяват.

Уилям Роуан Хамилтън е роден в Дъблин, в бащината си къща на улица „Доминик“, през 1805. И двамата му родители са от Дъблин. Баща му, Арчibalд, син на фармацевт, стажувал в адвокатска кантора, след което започва своя собствена юридическа практика. Както бащата, така и дядото са били почетни граждани на град Дъблин, а братът на дядо му, Франсиз Хамилтън, е бил градски съветник.

По различни причини, главната от които вероятно са били финансовите затруднения на семейството, Уилям е изпратен на тригодишна възраст да живее под настойничеството на чичо си Джеймс, който е управлявал епархийското училище в селището Трим, на около 50 км от Дъблин. Там той остава, с изключение на краткотрайните посещения на семейството си през ваканциите, до постъпването си в колежа Тринити след около 15 години. Преподобният Джеймс Хамилтън е имал класическо образование с известни познания и на източни езици; той се убеждава в рано изявения талант на своя племенник и го захранва с богато меню от класическа литература.

тура, староеврейски език и широка гама от ориенталски и съвременни езици.

Уилям, както изглежда, се е чувствал много добре в Трим. Това е било тихо и приятно градче с интересна история и относително незасегнато от бедността и затрудненията на по-голямата част от страната. Училището е било малко, но с известни традиции: около трийсет години по-рано тук за кратко време е бил ученик херцогът на Уелингтън, а сградата, в която се е помещавало и която все още съществува и се използва, някога е принадлежала на Дийн Суифт. Самият Джеймс е умел да поставя задачи, като заедно с това тактично и настойчиво е следял за тяхното изпълнение. В писмо до семейството си Уилям описва, че си е лягал с конец, вързан на палеца на крака си, като сутрин в 6:00 часа чичо му теглел конеца, прекаран през дупка в стената до съседната стая, и го подканял да започне ежедневните си занятия. Във всеки случай племенникът се отзовавал с готовност и ние можем да проследим напредъка му по редовно изпращаните до къщи писма. В едно от тях, писано през 1815, когато той е бил на десет години, четем:

От известно време чета Лукиан и Терънс, неделно време изучавам псали на староеврейски, а през съботните дни уча по малко санскрит, арабски и персийски. В свободните си часове чета „Живата природа“ на Голдсмит, както и всяка нова история или поезия, която ми попада. Много харесвам Уолтър Скот.

Чично Джеймс забелязал също така удивителните изчислителни способности на Уилям, но не бил достатъчно компетентен, а вероятно и не желал да наಸърчава математическите му наклонности. Все пак той му набавя екземпляр от „Аналитична геометрия“ на Бартоломю Лойд и тази книга е имала решаващо въздействие върху Уилям, който по това време вече е на шестнайсет години. Тогава той ще напише, че буквално е прогледнал, че след като веднъж е започнал четенето на тази математическа книга, тя изцяло е погълнала вниманието му и е отклонила увлечението му от класиката.

Хамилтън постъпва в колежа Тринити през 1823 и по всичко личи, че колежът е осигурил напълно подходяща среда, така че младият Хамилтън да развие забележителния си талант. Особено голям късмет имал с това, че през десетилетието, преди да постъпи, преподаването на математиката в колежа било променено почти до неузнаваемост; в учебната програма били усвоени нови методи от Франция и Германия, били въведени френски текстове и заедно с това били написани нови учебници на английски език, в които се обяснявали последни постижения на континенталната математика. Главният архитект на тази реформа бил Бартоломю Лойд, чиято книга по аналитична геометрия възбудила интереса на Хамилтън към математиката. Лойд е бил професор по математика от 1813 до 1822, после става професор по натурфилософия, а през 1831 е избран за ректор. Бил е президент на Академия-

та от 1835 до смъртта си през 1837, когато е наследен от Хамилтън. Макар че самият Бартоломю Лайд не е бил творец в математиката, той много ясно разбирал постиженията в тази област и притежавал административната способност да въведе необходимите радикални промени.

Най-ранните опити на Хамилтън за изследователска работа са в областта на геометрията. Запознавайки се с изследванията на френския геометър Монж върху семейства повърхнини и техните нормали, Хамилтън стига до идеята за нов подход в оптиката, основан върху системи от лъчи, разглеждани математически като праволинейни подобия. Само една година след постъпването си в Колежа той подготвя първата си статия по тези въпроси и я представя в Академията. Статията е върната от рецензентите с препоръка идеите в нея да бъдат доразвити – Хамилтън изпълнява тази препоръка, като значително разширява своето изследване, и през 1827 неговата първа статия, озаглавена „*Теория на системите от лъчи*“, е прочетена пред Академията. Това негово постижение не остава незабелязано. Бринкли, професор по астрономия и ръководител на катедрата „Ендрюс“, току що е назначен за епископ на Клон и младият Хамилтън, преди още да е завършил следването си, е избран на негово място в тази катедра. Това назначение е забележително, тъй като новият титуляр не е имал почти никакъв опит в астрономичните наблюдения, а заеманият от него пост е предполагал титулярът да бъде човек с висока репутация. Така че назначаването на Хамилтън на тази длъжност, която от 1792 е титулувана като *Кралски актроном на Ирландия*, несъмнено е извънредно важно за неговата по-нататъшна кариера.

Областта на оптиката, на която Хамилтън посвещава основните си усилия, по това време вече отново е в центъра на научния интерес. Това става, след като Йънг открива явлението интерференция, а малко по-късно, в ранните 1820, са публикувани два извънредно важни мемоара на Френел. Повече от едно столетие конфликтът между вълновата и корпускулярната теории на светлината остава неразрешен. Нютон е трябвало да отхвърли вълновата теория, тъй като се е изисквала напречна, а не надлъжна вълна, а той не е можел да предположи механизъм, по който напречните светлинни вълни биха могли да се разпространяват. Поради това Нютон заключава, че светлината трябва да има корпускулярна природа. Когато Йънг демонстрира явлението интерференция за светлината, това е силен аргумент в полза на вълновата интерпретация, тъй като ефектите на интерференция вече са били познати свойства на вълновите системи – например при звука или при водните вълни.

Измежду различните наблюдавани явления, които всяка теория на светлината би трябвало да обхваща, е това на двойното пречупване. Това забележително явление е открито през 1669 от Бартоломю. Някои кристали, на първо място исландският шпат, дават двоен образ. Това означава, че при

влизането си в кристала единичен светлинен лъч създава два пречупени лъча – явление, известно като двойно пречупване. Още през 1690 Хюйгенс изобретява остроумна и елегантна процедура за описание на разпространението на вълни, която обхваща и по-простите случаи на двойно пречупване. Но по-сложното явление в т. нар. двусни кристали не може да се описва по този начин. Забележителното постижение на Френел е в създаването на модел за разпространението на напречни светлинни вълни в кристали; това довежда до конструкцията на Хюйгенс, в която моделът е приложим и също става възможно описание на по-сложни явления, включващи двусни кристали. От математическа гледна точка Френеловият метод е твърде заплетен – той води до вълнови повърхнини, които геометрично са доста сложни и чито свойства далеч не са очевидни от техните уравнения. По същество изследването на тези повърхнини е трябвало да създаде силен импулс за развитието на геометрията.

Хамилтън, разбира се, познавал и хранел дълбок интерес към резултатите на Френел. По един изблик, било на късмет, било на гений, а вероятно и на двете, Хамилтън установява едно забележително свойство на вълновата повърхнина, а именно, че за определена посока на лъча, падащ върху двусен кристал, вместо двойно пречупване трябва да възниква съвсем нов ефект: на мястото на двойния образ, когато всеки падащ лъч създава два пречупени лъча, в този особен случай всеки падащ лъч поражда пълен конус от пречупени лъчи. Хамилтън веднага описал откритието си на своя колега от Тринити, Хъмфри Лайд, и му предложил да направи експеримент, с който да провери дали това ново и съвсем неочекувано явление наистина ще възникне. Ако действително е така, това би означавало убедително потвърждение на Френеловата теория и следователно на вълновата теория на светлината. Хъмфри, който бил син на Бартоломю Лайд, съвсем насъкоро бил назначен за ръководител на катедрата по натурфилософия в Тринити. Макар че по образование и подготовка бил математик, той започнал да се интересува от експериментална физика и именно с експериментите си по оптика и по геомагнетизъм става по-късно известен. Предложението от Хамилтън експеримент не бил лесен, тъй като ефектът можел да се засенчи от различни външни влияния, а и качеството на кристалите, с които Лайд разполагал, било сравнително ниско, така че положителният резултат се дължал на необикновено-то умение на Лайд, както и на неговото търпение и на упоритостта му. Запазената кореспонденция между Лайд и Хамилтън дава ясна представа за тяхното сътрудничество. Предсказанието на Хамилтън и неговото предложение към Лайд са направени на 22 октомври 1832. Към средата на ноември Лайд почти се отчайва и пише на Хамилтън, че би трябвало да се обърне към Ейри в Лондон, който вероятно разполага с много по-добри кристали и затова да се опита да направи този експеримент; за щастие Хамилтън не предприел

нищо, а няколко седмици по-късно, на 14 декември, като използвал чудесен нов образец от арагонит, получен току що от Доланд в Лондон, Лойд наблюдавал новото явление.

Наблюдаваното явление на конична рефракция обикновено се разглежда като силно потвърждение на вълновата теория, макар че оставали някои резерви относно хипотезите, на които е основана Френеловата теория, както и някои проблеми, свързани с насокро наблюдаваните явления на поглъщане на светлината. Това е забележително явление и триумф за самия Хамилтън. Откритието е едно от класическите потвърждения на научния метод. Френеловата теория е създадена, с цел да бъдат разбрани някои известни експериментални резултати; въз основа на нея, по пътя на доста изкусни математически разсъждения, бива направено ново предсказание – такова, кое то едва ли е можело да се очаква, а фактически би изглеждало твърде невероятно. Откриването на едно явление по теоретичен път – явление, което едва ли би могло да бъде открито посредством пряко наблюдение, с право е повод за силно вълнение. Макар че коничната рефракция е относително малко известно явление с неголямо самостоятелно значение, нейното откриване може да се сравни по значимост с постижението на Адамс и Леверие, които десетилетие по-рано предсказват съществуването на нова планета, Нептун, като изхождат от анализа на някои несъответствия в орбитата на Уран, или в по-неотдавнашно време – на предсказанието на позитрона от Дирак или на кварките от Мъри Гел-Ман.

Признанието идва много скоро. На заседанието през 1834 на Британска асоциация в Единбург Лойд е поканен да представи рецензия за *Physical Optics*, а през 1836 той е избран за член на Кралското общество. През 1835 Британска асоциация има заседание в Дъблин и Хамилтън, който е отговорен секретар на това заседание, получава почетно рицарско звание и става Сър Уилям Роуан Хамилтън.

По същото време в Дъблин има трети човек, който активно се занимава с оптична теория. Джеймс Мак-Кълаг, който през 1832 е само на 23 години, е извънредно надарен геометър и същата година е избран за член на Академията. Той също е изучавал Френеловата вълнова повърхнина и през 1830 е предложил за печат в Академията статия, в която показва как резултатите на Френел могат да бъдат представени в значително по-прост вид. Когато Хамилтън предсказва коничната рефракция, Мак-Кълаг реагира гневно, като заявява, че този резултат е очевидно и непосредствено следствие от неговата собствена публикувана статия, като в същия дух написва бележка във *Philosophical magazine*. Мак-Кълаг с право е бил разочарован, че не е направил следващата стъпка, която вече изглежда съвсем очевидна, но претенциите му е безпочвена. Хамилтън, разбира се, е твърде разгневен. Било е напълно в характера на Хъмфри Лойд, който е бил най-възрастен от тримата и

със сигурност е бил най-уравновесен, да действа като помирител. В следващия брой на списанието е публикувана още една бележка на Мак-Кълаг, в която той обяснява, че е писал малко прибързано; така мирът е възстановен.

Сега интересът на Хамилтън се премества от оптиката към динамиката. В действителност това не е пълна смяна на посоката, доколкото неговият подход към динамиката, основан върху една Главна функция, определена от принципа за най-малкото действие по начин, описан в двете му есета върху „Общ метод в динамиката“, е в близък паралел с подхода му в оптиката. Този паралелизъм между оптиката и динамиката, подчертаван от самия Хамилтън, става особено важен през 20 в. с откриването на вълновата механика. В днешно време на Хамилтъновата механика се гледа като на неговото най-голямо постижение, но по времето, когато тя е публикувана, тя не предизвиква особен интерес. Един от неговите съвременници, които я оценяват по достойнство, е К. Г. Якоби – знаменитият пруски математик. По-късно Якоби ще направи своя най-значителен принос в динамиката, благодарение на който значително ще се увеличи мощта и приложимостта на механиката на Хамилтън. Но фактически едва в началото на 20 в. мощта и общността на Хамилтъновите методи намира истинско признание. Една значителна стъпка е класическият анализ на ефекта на Щарк, осъществен от Паул Епщайн, ученик на Арнолд Зомерфелд, въз основа на уравнението на Хамилтън – Якоби. В този случай уравнението е с разделящи се променливи, благодарение на което то има точно решение; по такъв начин ярко се демонстрира мощта на метода. Той също така посочи начина, по който да бъдат включени *квантовите условия* на Бор. Дьо Бройл без съмнение е бил под влиянието на демонстрираната от анализа на Хамилтън аналогия между оптиката и механиката. Може би най-важно по своите последствия е влиянието върху Шрьодингер, получил задълбочено обучение по Хамилтънова динамика от своя професор Хазенорл, също ученик на Зомерфелд. Централната роля в своята постройка на квантовата механика Шрьодингер възлага на Хамилтъновата формулировка. Днес всеки физик знае какво е това функция на Хамилтън – тя е типичната изходна точка за почти всеки вид динамично изчисление.

От средата на 1830-те до смъртта си през 1865 Хамилтън е погълнат от алгебрични проблеми, като върховото му постижение – по неговата собствена преценка далеч надхвърлящо всички други резултати – е откритието на кватернионите през 1843. Хамилтън е убеден, че кватернионите ще осигурят ценен ключ за разбирането на физическия свят. Тази надежда не се оправдава – в действителност кватернионите нямат съществено значение за физиката, макар че през последните години те намериха извънредно важно приложение в управлението на космическите полети, а така също в тримерното компютърно моделиране, каквито например са видеоигрите. Хамилтън със

сигурност щеше да е много доволен от своя принос в космонавтиката, но можем само да гадаем каква би могла да е реакцията му спрямо някои от съвременните видеоигри! В действителност той сам е изобретил една игра, т. нар. икосианска игра^[4], която е била пусната в производство и разпространявана, но без особен търговски успех. Дълбокото и трайно влияние на изследванията на Хамилтън в алгебрата, започнали с неговото описание на комплексните числа като числови двойки и последвано от откриването на кватернионите и на тяхната некомутативност, се изразява в стимула, койте те упражняват върху развитието на алгебрата като абстрактна аксиоматична дисциплина. В това се съдържа известна ирония. Хамилтън стига до идеята за кватернионите, воден от дълбока метафизична мотивация, основана главно върху заниманията му с философията на Кант. След като първоначалният му интерес в тази посока е събуден от приятеля му Колъридж, Хамилтън се залавя с немския оригинал на *Критика на чистия разум*. Подобно на своите приятели литератори той храни естествена симпатия към идеализма, развиран от Кант. Но наред с това в *Критиката* той открива също така технически отговори на въпросите, които според него са фундаментални за неговата математика. Хамилтън търси интуитивна интерпретация на математически обекти. Той не може да приеме математика, в която основните елементи са просто символи. Следвайки Кант, той придава смисъл на числовата система посредством интуицията за чисто време. Изхождайки от тази интуиция, която той разглежда като фундаментална, Хамилтън построява реалните числа, после комплексните числа като двойки реални числа и накрая кватернионите. Схващането на Хамилтън съответства точно на това на Брауер и на интуиционистите от двайсетия век, чийто конструктивен подход към математиката контрастира с широко разпространения възглед на формалистите, според които основното ударение пада единствено върху изискването за непротиворечивост. Интересен исторически факт е, че именно интуиционисткият подход довежда Хамилтън до радикалната идея за некомутативна алгебра. Формалистичният възглед на неговите съвременници от Кеймбридж по принцип би могъл без особени затруднения да допусне некомутативност, но докато Хамилтън не построява алгебрата на кватернионите, старите закони, включително и комутативността, изведени от системата на реалните числа, остават неприкосновени.

Добре известен е разказаният от самия Хамилтън спомен за неговото откритие на кватернионите като разрешение на проблем, който го е занимавал в продължение на повече от едно десетилетие. Това е достоверно и убедително описание на момента на откритието. Било е 16 октомври 1843. Той вървял към града, за да присъства на заседание в Академията. *Точно тогава усетих как се затвори някакъв галваничен кръг на мисълта, а искрите, които се посипаха от него, бяха фундаменталните уравнения между i, j, k, \dots . Почеку-*

твах, че в този момент някакъв проблем е разрешен, постигнат е някакъв интелектуален стремеж, който ме е преследвал не по-малко от петнайсет години. Хамилтън на часа записва в джобния си бележник уравненията, които дават закона за умножението на неговите т.нар. кватерниони. *Нито пък можах да устоя на изкушението, колкото и нефилософска да изглежда подобна постъпка, пише той по-нататък, когато минавах по моста Броад, да издълбая с нож върху един от камъните фундаменталната формула.*

Личният живот на Хамилтън обаче е бил далеч он блясъка на неговата академична и професионална кариера. Несподелената му любов към Кетрин Дисни, принудена да встъпи в нещастния си брак с преподобния Уилям Баллоу; тяхната последна среща, когато тя е на смъртно легло и Хамилтън, на колене пред нея, ѝ поднася книгата си *Лекции върху кватернионите*; неговият собствен несполучлив брак с полуинвалидната Хельн Бейли и липсата на подреден домашен бит поради честите заболявания и отсъствия на съпругата; периодични финансови трудности и от време на време проблеми с алкохола – всичко това е основата, върху която са изградени много романи. Но той е имал и много на брой близки приятели, на които е можел да се доверява и с които е поддържал оживена кореспонденция. Измежду многото академични колеги вероятно най-близки са му били Хъмфри Лайд и братята Грейвз. Чарлз Грейвз е бил професор по математика в Тринити, а по-късно става епископ на Лимерик; Джон Грейвз е бил адвокат със силен интерес към математиката, който без съмнение е допринесъл за размислите на Хамилтън върху комплексните числа и кватернионите, а Робърт Грейвз ще стане негов биограф. Той поддържа редовна кореспонденция с английски колеги, каквито са Хюел и Хершел. Имел е особено близка връзка с Огъстъс Де Морган, математикът логик. Тази връзка е описана в писмо на Де Морган до г-жа Хамилтън, писано по повод смъртта на Хамилтън:

Наричах го един от най-добрите си приятели и с пълно право, защото повече от двайсет и пет години поддържахме редовна кореспонденция, основана върху трайни приятелски основи на съгласие или спор, със сърден интерес към проблемите на единия и на другия. И при все това ние не се познавахме в лице. Срецихаме се някъде към 1830, беше на закуска при Бебидж, и тогава за пръв и единствен път в живота си ние разговаряхме. Видях го, значително по-късно, на обяд у Хершел (към 1838), когато той току що се беше завърнал от пътуване по крайбрежието, но в навалицата от хора така и не успяхме да си разменим по някоя дума. Това беше всичко, което видях от него, и по волята на Бога ми остава като среща с человека, чиито приятелски писма за мен бяха постоянен извор на радост и най-голям интелектуален дар.

Кореспонденцията с Де Морган хвърля известна светлина върху взаимоотношенията с Бул и също върху изключителната лична резервираност на Хамилтън. Джордж Бул без съмнение след Хамилтън е най-видният матема-

тик, който е живял и работил в Ирландия; бил е професор в Корк от 1849 до смъртта си през 1864. Въпреки голямата съвпадение на математическите им интереси, между двамата мъже като че ли не е имало почти никакъв контакт. Де Морган е бил близък приятел и с двамата; по един повод той пише през 1852 на Хамилтън с молба да му каже името на своя печатар, така че да го съобщи на Бул, който по негови думи *обмисля отпечатването на своя труд по математическа логика, която е нещо много интересно и заслужава да бъде отпечатано от печатаря на Кватернионите*. В отговора си Хамилтън не показва никаква склонност да се улови на хвърлената от Де Морган въдица, опитвайки да събуди неговия интерес и любопитство; вместо това той написва на късче хартия името на университетския печатар и добавя: *Може да изглежда глупава стеснителност, но макар да познавам Бул много по-добре, отколкото теб, такава е поне мълвата, защото той пише чая си заедно с мен в помещението на Христовата църква в Оксфорд през 1847, заедно с Adams и (струва ми се) Уилям Томсън, и след това сме се срещали на една гала вечеря на докторите в Дъблин, докато с теб, мисля, сме се срещали само веднъж; при все това практиката на кореспондирането създава толкова голамо разлика относно усещането за свобода, че аз бих предположил да му пратиш само малкото листче, вместо да покажеш тази бележка, макар в нея да няма почти нищо важно от лична гледна точка.* Де Морган предава на Бул името на печатаря и през следващата година в печатницата на Дъблинския университет е отпечатана книгата на Бул „*Законите на мисленето*“. Фактически през 1852 по предложение на Чарлз Грейвз на Бул е присъдена почетната награда на Дъблинския университет. Ако е бил член на Академията, той неминуемо щеше да бъде в по-близки отношения с Хамилтън, но за учудване Бул никога не е избран в Академията, макар че по-късно става член на Кралското общество.

Хамилтън е силно повлиян от Романтичното движение и това съответства на неговия естествен темперамент. Уърдзуърт, когото той посещава няколко пъти и който сам му гостува в Дънシンк, е дълбоко уважаван и адмириран приятел. За пръв път те се срещат в дома на Уърдзуърт в Райдал, североизападна Англия, през 1827. След като посреща Хамилтън и неговите приятели у дома си, Уърдзуърт ги изпраща до квартирите им в Ембълсайд. Онова, което се случва по-нататък, е описано от Хамилтън в писмо до сестра му Илайза: *Предложих да го придружжа по обратния път, докато моята компания се настанява в хотелите. Предложението беше прието и нашият разговор беше станал толкова интересен, че когато пристигнахме до неговия дом, на разстояние около километър и половина, той предложи до върви обратно с мен към Ембълсайд и аз, разбира се, не отказах; и така, когато той трябваше отново да се отправи към къщи, аз също тръгнах още веднъж с него. Беше много късно, когато стигнах до своя хотел след толкова много ходене;*

на връщане ми се случиха някои приключения, за които ще ти разкажа друг път; например, след като останах сам и тъй като никога не съм бил добре с ориентирането, аз отначало едва не попаднах в един мелничен яз, а след това се натъкнах на църковен двор.

Хамилтън се е познавал също с Колъридж и много е възможно именно Колъридж да го е запознал с философията на Кант. Както вече казахме, философските възгледи на Хамилтън са оказали силно влияние върху неговите научни изследвания. Отначало тези възгледи са били подчертано бърклиански, което не е учудващо, тъй като Бъркли е бил член на Колежа; по-късно, когато открива за себе си Кант, Хамилтън възприема с ентузиазъм идеите му, а конкретно Кантовият възглед за алгебрата като наука за чистото време оказва решаващо влияние върху неговите алгебрични изследвания.

Поезията е била трайно увлечение на Хамилтън, макар че по деликатното внушение на Уърдзуърт той приема, че собственото му призвание е като математик, а не като поет. Той обаче продължава да пише много поезия, тъй като чрез нея, а особено под формата на сонети, му е било по-лесно да изразява своите най-дълбоки изживявания. Глеждал е на математиката като на поетична същност и е оценявал трудовете на своите съвременници в поетични термини. Измежду френските математици най-високо е ценял Фурие, за когото пише: *Фурие беше истински поет в математиката и в прилагането на математическата наука към природата (особено към теорията на топлината). Такъв беше и Лагранж (макар и не от калибъра на Лаплас), на чиято памет смятам, че съм посветил есетата си върху един общ метод в динамиката.*

От политическа гледна точка Хамилтън би могъл да се смята за умерен консерватор. Той е бил предан член на Англиканската църква на Ирландия и твърд поддръжник на установения ред. В писмо до Де Морган през 1852 той пише: *Разбери на първо място, че аз не се преструвам на непредубеден човек. Напротив, смятам, че съм дълбоко предубеден, с което не признавам, че греша. Още от дете имам своите политически предпочитания и те винаги са сочели в нелибералната страна. Баща ми беше либерал, почти бунтовник. От друга страна брат му, моят чичо – преподобният Джеймс Хамилтън, беше тори до мозъка на костите си и без съмнение ме възпита в торизма наред с англиканството, староеврейския и санскрита. Баща ми често се забавляваше, като ме предизвикваше да водим някакъв политически или друг спор, при което аз винаги заставах на чичо си.*

Той обаче не е бил толкова нелиберален; в писмо до майката на Оскар Уайлд^[5], Сперанза Уайлд, чийто радикални възгледи са твърде отдалечени от неговите, той пише: *В религията и в политиката хората не могат и не бива да смятат, че даден възглед е добър като всеки друг, но трябва да се доверяват на околните и да ги смятат толкова искрени, колкото са и самите те.*

Мисля обаче, че при повечето хора, чиито сърца не са пълтно запечатани за впечатления от околните и които откликват на външния свят, постепенно се засилва усещането, че в най-съществените случаи на живота, както и по въпросите на мисленето и поведението, хората, които се различават помежду си, могат все пак да хранят взаимни симпатии. Сперанза поканила Хамилтън да стане кръстник на нейния малък Оскар, но той учтиво отказал.

Макар че Хамилтън не споделя политическите възгледи на своя кръстник и макар че твърдо подкрепя съюза на Ирландия с Британия, той все пак е патриотично настроен ирландец, който обича страната си и е лоялен спрямо нейните институции. За своята двойствена лоялност и принадлежност той говори, когато е поканен на заседание на Британската асоциация в Оксфорд през 1832, за да отговори на тоста в чест на Кралската ирландска академия. В отговора си казва, че застава пред колегиума като чужденец, но също и като съгражданин:

Говорих за Ирландия като за своя страна и нарекох себе си чужденец. Защото колкото и близък да е съюзът между вашия остров и моя, а аз вярвам, че този съюз завинаги ще се запази и ще продължи да се развива, все пак законите на природата и на човешкия разум ни забраняват да очакваме, че е възможно толкова идеално сближаване, толкова абсолютно сливане, че да не остане никакво усещане за различие; никакво съперничество, макар че това може да е съперничеството на приятели и братя; никаква мисъл за особена страна, свързана с особеното място на раждане... Но макар че в Ирландия ние имаме Академия, която (смятаме) е допринесла нещо в науката... макар че имаме университет от времето на кралица Елизабет, който ние като добри чада обичаме и почитаме и който (ако се наложи) сме готови да защитаваме; ние не бихме могли да подходим другояче освен с благоволение към тези зали на Оксфорд... И докато ние нито за mig не се отказваме от претенциите си да пазим паметта и принадлежността на ирландците, които са украса и гордост за своята родина, а имат известни заслуги и за света, все пак на място като това и по такъв случай ние не можем да не усещаме мощното биене на сърцето на обединението и да не се чувстваме като съграждани на Шекспир, Милтън и Нютон. Именно затова, макар и ирландец, а поради това частично като чужденец, аз наричам себе си ваши съгражданин.

Хамилтън е бил президент на Кралската ирландска академия от 1837 до 1846. Бил е дълбоко предан на Академията, отнасял се е с голяма отговорност към задълженията си като президент и всячески отстоявал интересите на Академията. Получил е, както може да се очаква, множество отличия. Рицарското звание му е присъдено през 1835. Предната година той е награден с академичния медал „Кънингам“ и с медала на Кралското общество, като и двете награди са за неговите постижения в областта на оптиката и

конкретно за откриването на коничната рефракция. Бил е почетен член на много научни общества, но по учаудващи и не съвсем изяснени причини той не е бил член на Кралското общество. Но вероятно най-яркият показател за неговото международно признание е, че когато в Съединените щати е основана Националната академия на науките и се обсъждат кандидатурите за избор на чуждестранни членове, името на Хамилтън е първо в списъка.

Той съвсем не е равнодушен към тези почести. В писмо до Джон Никол през 1855, по време на Кримската война, споменава за получен от него диплом, с който се потвърждава почетното му членство в Императорската академия на Санкт Петербург, като имената на Николай (царя) и на Хамилтън заемали почти еднакво големи места. А по-нататък споменава за току що получено – въпреки войната – съобщение от Академията, в което се казвало: *Има нещо вдъхновяващо и утешително за човечеството в приятелската и доброжелателна ръка, протегната над бойните полета на Европа!*

Уилям Роан Хамилтън почива през 1865. По това време Президент на Кралската ирландска академия е Чарлз Грейвз и той трябва да произнесе траурното слово на заседание на Академията. Чарлз Грейвз е бил член на колежа Тринити и професор по математика. Бил е един от близките и предани приятели на Хамилтън. На него предоставяме последната дума:

Хамилтън беше надарен с рядка комбинация на такива качества, които са важни средства за откритие. Той имаше тънък усет за аналогията, благодарение на която изследователят проправя своя път от известното към неизвестното. Това е средство, с чиято помощ са осъществени голям брой важни математически открития... Но той, както изглежда, е притежавал също така още по-голяма мощ на предчувствието – интуитивното усещане, че в определена насока се намират нови истини и че търпеливото и систематично търсене в рамките на определени граници трябва със сигурност да бъде възнаградено с откриването на път, водещ към неизследвани досега области. Подобна е била непоколебимата увереност, която е накарала Колумб да обърне гръб на Европа, да се впусне в огромния Атлантически океан и да търси един Нов свет в далечния Запад.

Благодарности. Настоящата статия е текстът на лекция, която изнесох в Софийския университет през май 2007. Благодарен съм на Факултета по математика и информатика към СУ за оказаното ми гостоприемство и за организирането на лекцията. Благодарен съм също на Българската академия на науките за съдействието. Моето посещение в България беше организирано от посолството на Ирландия в София. Бих искал да благодаря на посланик Джофри Кийтинг, който ме покани, както и на неговите колеги Марк Бартън, Ина Грозданова и Християн Илиев за вниманието, което ми оказаха, по време на престоя ми в България.

Бележки на преводача

[1] Професор Томас Дейвид Спирман, дългогодишен преподавател в Дъблинския университет (1966-1997), член на Кралската ирландска академия (от 1975) и мн. др., в днешно време е председател на Европейския академичен научен съвет. Тази лекция, посветена на 200-годишнината от рождението на У. Хамилтън, той изнесе във Факултета по математика и информатика към СУ „Св. Климент Охридски“ през май 2007. Редакцията на сп. *Светът на физиката* благодари на проф. Спирман за любезно предоставения текст на лекцията.

[2] Уилям Уърдзуърт (1770-1850) – бележит английски поет, създал заедно със Самюъл Колъридж в съвместната им публикация *Лирични балади* (1789) т.нар. Романтична ера в английската литература.

[3] Самюъл Колъридж (1772-1834) – английски поет, критик и философ. Като поет възпява високите човешки идеали и природата; той е един от известните *Езерни поети*, а заедно с приятеля си Уърдзуърт създава Романтичната ера.

[4] Икосианска игра – графа, изобретена от Хамилтън (1857), известна още като *игра на Хамилтън*. Върху плоска проекция на додекаедрон трябва да се намери такъв затворен контур, при обхождането на който всеки връх и всяка страна се посещава само веднъж.

[5] Оскар Уайлд (1854-1900) – ирландски драматург, новелист, поет, известен с остроумните си афоризми. Преведен е на много езици, а писците му се играят по цял свят.

(David Spearman, *WILLIAM ROWAN HAMILTON, 1805-1865*)
Превод: **Михаил Бушев**

АНТРОПНИЯТ ПРИНЦИП И НЕОПРЕДЕЛЕНОСТИТЕ В ПРЕДНИЯ КРАЙ НА НАУКАТА

Михаил Бушев

Повечето учени са убедени, че съществува ясна разделителна линия между науката и философията, между въпросите, на които може да се отговори с помощта на логиката и експеримента, и онези, които от векове се носят в разредената атмосфера на философското мислене. Този възглед, наследен от Галилей и Нютон, създава удобна ниша за научните изследвания във физиката, химията, биологията, където знанието трайно кристализира в числени изрази. Това не е изненадващо: човечеството има настойчивото желание да научи някои неща със сигурност. Само че съвременната наука, без никаква своя вина за това, постоянно се оказва изправена пред граничния край, където започват неопределеностите на знанието.

Ярък пример за това е оформилата се през последните 4-5 десетилетия идея, че животът не би могъл да възникне никъде във Вселената, ако определени физически параметри имат малко по-различни стойности в сравнение с реалните. Такива параметри са например силата на гравитацията, масите и зарядите на електроните, броят на пространствените и времевите измерения, големината на ядрената сила, свързваща неutronите и протоните в атомното ядро и т.н. Смята се, че броят на подобни параметри е около 30 и когато те се настроят по подходящ начин, всичко останало произтича от тях. Но достатъчно е стойностите на тези параметри да бъдат изменени с инфинитезимално малки стойности и няма да има Вселена, нито живот, а, разбира се, и хора, които да наблюдават този резултат (вж. напр. известните публикации на Р. Файнман *Характерът на физическите закони* и на Ст. Хокинг *Кратка история на времето*).

Да вземем за пример ядреното взаимодействие. Ако този параметър е малко по-слаб, сложните ядра не биха могли да са устойчиви, а ще се разпадат. Ако обаче е малко по-силен, всички ядра ще съдържат най-малко няколко частици, така че най-лекият и най-простият атом – водородният – не би могъл да съществува. Но всички наши знания в биологията ни убеждават, че за съществуването на живи същества са необходими сложни атоми, каквито са въглеродният атом и най-простият атом на водорода, които заедно с кислорода образуват вода и въглеводороди. Подобно на скоростта на светлината във вакуум, ядреният параметър е фундаментална константа, която по предположение е една и съща навсякъде във Вселената. Малко по-голяма или по-малка стойност на този параметър би елиминирала нашето същество-

вуване. Наш късмет е, че той има точно нужната стойност. Съществуването на живота сякаш балансира върху острите на бърснач в извънредно чувствителна зависимост от някои специфични свойства, искусно вградени в стрежа на Вселената.

Друг подобен параметър е скоростта, с която Вселената се разширява в съвременната епоха, около 10 милиарда години след Големия взрив. От същия порядък е еволюционното време на една типична звезда. Разполагаме с надеждни свидетелства, че всички сложни атомни ядра са синтезирани в бурните процеси, протичащи в сърцевините на звездите. Ако Вселената е имала значително по-ниска начална скорост на разширяване, тя много скоро би се свила обратно до състояние на Голям срив, така че звездите изобщо не биха разполагали с време да създадат химически елементи. От друга страна, при малко по-голяма скорост на разширяване гравитационното привличане на веществото не би достигнало за преодоляването на началното разбягване, така че да се образуват струпвания на маси, каквито са галактиките и звездите. И тъй като биологичните структури се нуждаят от сложни атоми, а те се създават във вътрешностите на звездите, то космологичният параметър във Вселена, съдържаща живот, не би могъл да е съществено различен от този, който познаваме.

Смята се, че стойността на космологичния параметър е фиксирана с възникването на Вселената, поради което той се нарича начално условие. Той се приема за даденост, от която учените уверено върват напред. Това не е дадеността на началното отклонение на едно математично махало. Докато последната може да бъде управлявана от нас, космологичният параметър не зависи от нас. Кой или какво задава стойностите на космологичния параметър? А също на другите фундаментални константи? Как да си обясним удивително добрата настройка на фундаменталните константи, която благоприятства възникването и еволюцията на живота?

Този въпрос вълнува физиците и философите вече близо половин век. В основата на предлаганото решение лежи антропният принцип, въведен за пръв път от Робърт Дике през 1961. Макар названието да сочи към человека (от гръцки άνθρωπος – човек), принципът е с много по-широк обхват, който далеч надхвърля човешкото съществуване. Към края на 20 в. антропният принцип беше значително развит от Брендън Картьър и много други водещи учени. На Картьър принадлежи афористичната дефиниция на принципа *Cogito, ergo mundus talis est* (*Мисля, следователно светът е такъв, какъвто е* – алюзия за Декартовата фраза *Cogito, ergo sum*; Декарт свързва съществуването на субекта с мисленето, а Картьър свързва съществуването на Вселената(!) с мисленето.)

Различните формулировки на антропния принцип (и на първо място т.нр. силна и слаба формулировка) неизменно включват предположения относно

природата на живота и необходимите условия за неговото съществуване. Все пак тук не трябва да бъдем прекалени провинциалисти. Още Коперник ни посочва, че нашата планета не е център на всичко. Така че твърде възможно е животът да съществува, без да се нуждае от такива вещества като водата и въглерода. А Волтер (*Микромегас*) открито се надсмива над идеята, че цялата Природа трябва да се съобразява с някакво същество само няколко лакъти над земята.

Трудно е за живото същество да не усеща, че сред скалите, въздуха и звездите животът по някакъв начин се отличава. Но по какъв начин? И защо? Има ли значение за Вселената краткият проблясък на разума? Дали тези именно въпроси не са смущавали Омар Хаям, когато пише в 29 куплет на своя знаменит *Рубаят*: „Навътре във Вселената и без да знае защо, /Нито как, течаш като водата, ще не ще;/ И вън от нея като вятър из пустошта,/ Носещ се по нечия незнайна воля.“

Колкото и предпазливо да тълкуваме антропния принцип, той се ползва от внушителна научна подкрепа и не можем да го отхвърлим с лека ръка, а по-скоро трябва да търсим неговото обяснение. Предлагани са различни аргументации за този принцип, като една от най-дръзките е тази на Джон Уилър. Опирайки се на неизбежното според квантовата механика взаимодействие между наблюдател и наблюдаван обект, Уилър допуска, че фундаменталните константи са получили своите стойности като резултат от взаимодействието на нашето съзнание върху тях. По такъв начин излиза, че животът (съзнанието) моделира Вселената и тя се съобразява с неговите нужди посредством някакъв необясняен процес на микрониво.

Друго обяснение, произтичащо от областта на религията, приема, че някаква първична творческа сила, някакъв всемогъщ дизайнер, някакъв *Интелигентен проект*, добронамерен Бог целенасочено е подbral такива начални условия и стойности на параметрите на Вселената, че да е възможна еволюцията на живота.

Трета възможност беше неотдавна предложена от някои изтъкнати космологи, водени от Мартин Рийз, Президент на Британското кралско общество. Те допускат, че съществуването на нашата благоприятна за възникването на живота Вселена е чиста случайност, въпрос на статистическа вероятност. Вместо една конкретна Вселена биха могли да съществуват множество вселени – т.нар. мултивселена – с напълно различни параметри, така че в някои от тях не биха съществували форми на живот и не би имало кой да задава неудобни въпроси за свойствата на тези вселени. Но по случайност в една много малка част от тях съществуват нужните за възникването на живот и разум условия. Неудобството обаче е, че не разполагаме с някаква друга вселена, с която да можем да сравняваме доколко правдиво е това предположение за космическа лотария.

Като че ли нито едно от горните обяснения не ни спестява усещането за недоудовлетвореност. Идеята на Уилър предполага, че със съзнанието може да се свърже нещо, подобно на физическа сила (или, да речем, въздействие). Само че би ли могло да съществува съзнание при невъобразимите температури на Големия взрив? А представата за божествена сила е старата идея на креационизма, която може да се обсъжда, може да се приема или отхвърля, но само на верска основа. Накрая трудно бихме могли да се съгласим, че цялата невъобразима красота, цялото разнообразие на животинския и растителния свят, както и съществуването на разума, е само следствие от хвърлянето на някакво зарче. При това за съществуването на мултивселена трябва да се допусне, че действа някакъв механизъм за генериране на вселени, който трудно може да бъде обоснован.

На фона на тези трудности особено интересни са идеите на известния астрофизик Пол Дейвис (вж. рубриката *Четиво с продължение в Светът на физиката* за миналата година), според когото най-добре е да се опитаме да обясним възможно повече неща относно Вселената, като се опирате на процеси, протичащи в самата нея. За да постигне това, Пол Дейвис (*Cosmos*, № 14, април 2007) атакува едно схващане, което води началото си още от древногръцкия философ Платон. Според Платон законите (теоремите, правила) на математиката не са изобретение на човешкия ум – те съществуват независимо в нематериалния свят на идеалните форми, вън от физическия свят. Математическите релации се откриват – те не се измислят. Това схващане се разпростира и върху законите на физиката – учените винаги са приемали, че основните физически закони са неизменни математически релации, които са отпечатани върху Вселената от момента на Големия взрив. Както отбелязва Пол Дейвис, тук се наблюдава твърде любопитна асиметрия: свойствата на Вселената зависят от законите, но законите по никакъв начин не се засягат от Вселената. Ясно е, че няма как да намерим изчертано научно обяснение защо Вселената е такава, каквато е, докато приемаме, че в нея действат наложени отвън, свръхестествени и неизменни математически закони.

Идеята за природни закони, които еволюират заедно с еволюцията на природата е изказана от А. Поанкарे в началото на 20 в. (*Dernieres pensees*, 1912). В духа на нашето компютърно съвремие Пол Дейвис приема, че физическите закони имат характера на компютърни програми (софтуеър), тъй като подобно на последните въз основа на входящи данни за материалните обекти дават изходяща информация за тяхното поведение. При това компютърният хардуеър е цялата Вселена.

Тук се намесва еволюционната природа на този Космически компютър. В дневно време броят на всички видове частици (електрони, фотони, неутрино, гравитони и т.н.), съдържащи се във Вселената с радиус 13.7 милиарда

светлинни години, е от порядък 10^{120} , т.е. толкова на брой битове съставят информационния капацитет, с който може да се формулира космическата програма. Макар и огромна, точността 10^{-120} е крайна, за разлика от безкрайно точните Платонови закони. А от друга страна в началните мигове след Големия взрив, примерно 10^{-32} с, Вселената е съдържала само около 10^{20} бита информация, което означава, че първоначално в нея са действали приблизителни и твърде неопределени физически закони.

Ясно е, че тази представа показва как в процеса на еволюцията законите на Вселената стават все по-точни. Въпросът е обаче по какъв механизъм първоначално неопределените физически закони се фокусират към онези стойности, които са благоприятни за възникването на живота и разума? На пръв поглед подобно предположение изглежда направо наудничаво. Та нима през първите мигове от своето възникване, когато законите ѝ са още съвсем неоформени, Вселената е можела „да знае“ за възникването на живот милиарди години по-късно?

Тук Дейвис привлича на помощ квантовата механика и по-конкретно Хайзенберговия принцип на неопределеността. Колкото и точно да е зададено началното състояние на една квантова система, не е възможно да се предскаже какви ще бъдат резултатите от измерването, направено по-късно. В действителност, поради времевата симетрия на квантовата механика, същата неопределеност ще е валидна и за миналото; така че всяко днешно наблюдение на Вселената ще се съгласува с голям брой възможни истории по целия времеви интервал чак до самия Голям взрив. От всички истории трябва да останат само онези, които са съвместими с възникването на живот и наблюдалели – иначе не би имало кой да прави наблюдения. Поради това самият факт, че днес се прави наблюдение, в никакъв смисъл допринася да се оформи реалността на миналото – даже на далечното минало. Това, разбира се, не е свързано нито с изпращане на сигнали в миналото, нито с ретроактивна каузалност – просто миналото се ограничава по такъв начин, че да се съгласува с настоящето.

Тук вече се проявява гъвкавият – неплатонов – характер на физическите закони, разглеждани като космически софтуеър. Наблюденията, правени през цялата продължителност на съществуването на Вселената, биха могли да формират законите на физиката още при първите мигове след Големия взрив, когато тези закони са били в неопределен и поддаващ се на изменения вид. По такъв начин потенциалът за възникване на бъдещия живот и разум действа като атрактор, който привлича възникващите закони към „био-благоприятната“ област на достъпното параметрично пространство. Така че животът, разумът и космосът образуват самосъгласуван обяснителен цикъл. Ако Вселената обяснява живота (и разума), то животът на свой ред обяснява Вселената. При това живот в различни форми, спрямо които антропоморфната

е само частен случай (именно поради това българският философ Иван Пунчев говори за „общ ноогенен принцип“, който извежда на преден план разумната, *вовъз*, а не само човешката същност на живота).

Звучи твърде обещаващо. Но дали в същия дух и теоремите на математиката са съобразени с изискването за „био-благоприятност“? И не означава ли това, че колкото разнообразни форми на живот има във Вселената, толкова са и възможните математически обекти, системи и теореми? Как ли биха възприели подобна идея многобройните математици-платонисти (Курт Гьодел, Ален Кон, Роджър Пенроуз и мн. др.)?

Колкото по-напред отива науката, толкова повече въпроси поражда тя. Споменатият горе самообяснятелен цикъл напомня твърде много въведение от Дъглас Хофтадър (*GOEDEL, ESHER, BACH – the Eternal Golden Braid*, 1979) странен цикъл на автореферентността. Подобно на знаменитата картина на М. Ешер *Рисуващи ръце*, в която едната ръка рисува другата и обратно, разумният живот и Вселената са в странен цикъл на взаимна обусловеност. Тази ситуация подсказва, че в науката вероятно съществува непълнота, подобна на онази, която Курт Гьодел доказва за математиката (вж. статиите на И. Тодоров и на М. Бушев в *Светът на физиката № 1* и *№ 3*, 2007). Преди Гьодел да докаже своите теореми, е било широко разпространено убеждението, че при зададени достатъчно много аксиоми или правила на играта, всеки клон на математиката е самодостатъчен. През 1931 Гьодел обаче показва по строг начин, че аритметиката съдържа верни теореми, които не могат да се изведат от правилата на аритметиката (а когато се добави ново твърдение или аксиома, винаги ще има други истинни твърдения, които не могат да се докажат даже с новата аксиома). Твърде вероятно е да съществуват смислени въпроси относно физическата реалност, чиито отговори лежат отвъд обсега на уравненията и експериментите.

Във всички такива обстоятелства на неопределеност ние виждаме своите собствени отражения. Натъкваме се на поставените от нас самите въпроси *защо* и *как*. Натъкваме се на неопределеностите в предния край на науката. А те свързват в едно цяло науката, изкуството и философията, без които не би могъл да съществува човекът. А вероятно и Вселената.

Имаме удоволствието да представим занимателните (и поучителни!) спомени на известния руски физик академик Владимир Михайлович Фридкин, който има и „българска връзка“: той реализира идеята за „електретното състояние на веществото“, изказана от акад. Наджаков, и става световно известен с приносите си в областта на физиката на електретите. [1] Описаните от Фридкин случаи, разбира се, са свързани с родната му среда и „онова време“ и за голяма част от нашите съвременници могат само да събудят изbledняващи спомени, а за младото поколение да изглеждат като забавни измислици. Обаче, нашето поколение, което „живя“ тази епоха, може да потвърди, че този абсурд беше действителност ... И нека се знае, след като е разказано така забавно и добродушино, не само от един голям учен, но и изявена личност.

Н. А.

ЗАПИСКИ НА ПРИВИЛЕГИРОВАНИЯ

Владимир Фридкин

За миналото трябва да си спомняме със смях. Пушкин беше казал: „което е минало, ще бъде мило“. Но не винаги ти е до смях. Имах такъв случай. По съветско време в нашия институт гостува виден американски физик. Социализма той не познаваше и на всичко се удивляваше. Веднъж, седейки в стаята на моята аспирантка, той попита за нашата планова икономика: „Кажете, моля ви се, кой пресмята колко сельодка трябва да се превози от Мурманск до Воронеж, колко праскови от Одеса в Ленинград, и колко килими от Ташкент в Киев?“ Аспирантката отговори: „Никой. Всичко докарват в Москва, а народът идва тук, купува каквото може и го разнася по домовете си, кой от където е дошъл“. Американецът се чудеше, а другите се смееха, но на другия ден ме извикаха в партийното бюро и ми тегли-



*В лабораторията на НИИПолиграфмаш.
Отдясно наляво: И. С. Желудев, Георги Наджаков,
Х. Билялетдинов, Т. Герасимова,
В. М. Фридкин, А. А. Делова, Никифор Кацукеев
(сн. 1956 г.).*

ха такова конско за моята лоша работа с аспирантите, че хич не ми беше до смях... Не ми беше до Пушкин, а до Гогол: смях през сълзи!

Всичко, разказано тук не са анекдоти, а истина. Запазих истинските имена, макар и не всички. Читателят може да помисли, че написаното е слабо подражание на Гоголовските „Записки на лудия“ Смея да уверя, че не. Та кой ли ще опита (а и може) да подражава на Гогол? А освен това, ако Гогол би станал от ковчега (в който, казват, той веднъж се бил преобърнал, от което правят страшния извод, че е бил погребан още жив), той не само не би могъл да напише и публикува своите „Записки“, но не би познал местата, където ни е отнесла неговата птица-тройка. Ето в такива времена живяхме ние до неотдавна. За днешните времена въобще не става дума...

Парадният вход на жилищния дом

„Ханилката“ наричаха столовата на Академията на науките. В онези далечни години съществуваха множество такива столови: на Централния Комитет, на Министерския Съвет, на Министерството на от branата ... И всички бяха „спец“! Всички искаха да ядат, а магазините бяха празни. Тогава банкнотите още не бяха станали зелени, печатаха ги свободно – колкото трябва. А бяха необходими толкова, колкото навреме да платят заплатите. Казват, че днешните пари са осигурени със злато. Старите пари не бяха осигурени с нищо, даже с кренвирши. Помня, как в магазина на тъгъла на къщата, в която живеехме, веднъж седмично се подреждаше голяма опашка за кренвирши. Съседката незабавно съобщаваше на жена ми, шепнейки:

– В нашата дават кренвирши, трябва да вземем!

Попитах жена си, защо „да вземем“, а не да „купим“. Жена ми е лингвист и обясни, че съществува пристрастна семантична връзка. Купува се това, което се продава, а се взема това, което се дава. А това, което даваха, не напомняше на кренвирши ни по вкус, ни по миризма. На истинските кренвирши даже кожичката е вкусна и хруска между зъбите, а онези бяха в никакво политетленово черво. За тези нещастни кренвирши се разказвала много вицове. Ето един брадат. Мъж се завръща в къщи и заварва жена си в леглото с любовника. И спокойно, подпирачки се на рамката на вратата, казва:

– Вие тук се забавлявате, а на тъгъла дават кренвирши!

Аз съм физик и не разбирам много от икономика, но преди можеше да се мине и без нея. С нашите пари не можеше да се купи нищо, само да се „вземе“ и то случайно. Макар че помня няколко изключения. Например, сладолед през зимата. Случваше се, излизаш от метрото в полунощ във включена външна студ и около тарабата – продавачки на сладолед. Целите обвити като зелки, обути във валенки, наметнати с мръсни бели халати, главите им увити с шалове, очите не се виждат, а от устата им излиза пара; греят се като файтонджии в старо време, пристъпвайки от крак на крак и тупайки се с дебелите ръкавици по тълстите бедра, подпявайки:

– Хайде на сметановото ескимо с шоколад!

Явно имаше някаква тайна: сладолед в тъмна нощ и лют мраз ... Но, повтарям, не съм силен в икономиката.

В спецстоловите кренвиршите бяха истински. Те бяха от месо и миришиха на пушено и на детство. Преди войната, като дете, родителите ме водеха в закусвалнята на Никитските Врати, и с удоволствие наблюдаваха как омитам кренвирши и гъста мазна сметана от релефна чаша. А по време на „хранилки-те“ истинските кренвирши за спецстоловите се произвеждаха в специален цех на месокомбината. А и той беше „специален“ и се наричаше „микояновски“.

В спецстоловите ядехме не само истински кренвирши. Там имаше всичко: хайвер, пъстърва, бяла риба с полски сос и въобще всянакъв дефицит. Дефицит се наричаше онова, което понякога даваха в обикновените магазини за обикновените хора, или както се назваше тогава – „изхвърляха“, а най-често въобще нито даваха, нито изхвърляха. По това време в Москва се разпространяваше такъв виц. Българин се разхожда из града и чува: „Изхвърлят ябълки“. Той влиза в магазина, поглежда ябълките и казва: „Да, такива ябълки у нас също изхвърлят“.

Академичната „хранилка“ се намираше на Ленинския булевард, почти срещу магазин „Москва“. Сега там се помещава частен ресторант с луксозен мраморен параден вход. Пред него чакат сервитьори, млади пъпчиви момчета в черни панталони и бели ризи и черни папионки на врата. На тротоара са паркирани няколко луксозни чуждестранни лимузини. Лятно време – пият бира на маси под пъстри чуждоземни чадъри. И нищо не напомня за това, което е било тук: дълъг ред от унили прозорци, някои разбити, старателно закрити с бели завеси, и вход, приличащ на обикновена жилищна кооперация. Разбира се, никаква табела.

Черните „Волги“ пристигаха пред „яслата“ към 13 часа. По това време пред входа на жилищната кооперация в очакване на обяд вече стояха подредени няколко академика и член-кореспонденти. Пристигаха и няколко доктори на науките; тук те бяха на птичи права – трябваше им специално прикрепване. Така и се наричаха – прикрепени. Точно в един вратата се отваряше и публиката нахълтваше в предверието. Там беше гардеробът, а в ъгъла седеше касиерката Зина. Зина познаваше всички и пропуск не се изискваше. Ако вкусната миризма привлечеше вниманието на никакъв случаен и несвещущ преминаващ и той се заглеждаше в залата, Зина строго го отпъждаше:

– Гражданино, вие какво? Това е учреждение!

И гражданинът, оглеждайки тъжно подредените маси, се извиняваше и изнизваше. Обстановката вътре поразително контрастираше с посърналия непривлекателен външен вид. Петнайсет маси бяха разположени в две стаи. В голямата стая имаше огромен старинен бюфет с дърворезба. Зад витрините му блестяха кристални чаши, вази и бутилки със скъп арменски коняк и

сухо вино „Гурджани“. Впрочем, на обед се пиеше „Боржоми“, а вино или коняк – рядко, при специални случаи. Във втората вътрешна стая, висяха две картини в тежки музейни рамки, изобразяващи холандското изобилие: насипани плодове, стриди, обсипани с нарязан лимон и гирлянди фазани. Върху снежнобелите покривки бяха наредени приборите, а до тях като снежните върхове на Елбрус се извисяваха колосаните салфетки. По средата на масата, в чаша от фино стъкло – старателно нарязана хартия, на която се написваше фамилията и менюто за следващия ден. Разбира се, самото меню, напечатано на цигарена хартия, също беше там.

От първата стая дълъг коридор водеше в помещението, където се раздаваха ежеседмичните дажби. В нея имаше две прозорчета и каса. Зад първото седеше възрастна дама с боядисани коси, която събираще полагаемите се продукти за дажбата. Пред прозорчето се построяваше опашката от жени или шофьори на академиците с огромни чанти в ръцете. Те бързо се напълваха с предварително опакованите хранителни продукти: пилета, file, риба, консерви с хайвер, раци, и разбира се, кренвирши. За празниците даваха и огромни като шахматна дъска кутии с шоколадови бонбони и бисквити. На второто прозорче разливаха сметана в съдове. Самите съдове трябваше да се донесат от къщи. Сметаната също беше от времето на нашето детство, гъста като мед. А плащането ставаше на касата. Там седеше девойка на име Клава. Понякога се случваше посетителите да пропуснат да платят за нещо, и тогава дамата промушваше боядисаната си глава през прозореца и крещеше:

– Клава, перфорирай мозъка на Ландау!

Или:

– Клава, защо не си чукнала езика на Федосеев?

Академик Федосеев беше известен партиен философ. И още:

– Клава, на Лисенко яйцата не са чукнати!

Този път Клава, за съжаление, беше забравила да чукне яйцата на академик Трофим Денисович Лисенко.

Жените на академиците и техните шофьори изнасяха бързо препълнени чанти и товареха колите. На прикрепените обаче такива дажби не се полагаха, освен по специално разпореждане. Впрочем, прикрепените имаха право да си взимат пирожки, които се печеха в „яслата“. Вкусните пирожки от тъчени листа с месо и зеле бяха украсението на институтската столова за празнуване на рождения дни или защита на дисертация.

Хранилката се менеше заедно със страната. С укрепването на развития социализъм се изменяше и обстановката и асортимента. Отначало изчезнаха колосаните салфетки. Те бяха заместени с книжни. След това някъде пропаднаха картините с холандски изобилие. В тоалетната вместо приятно миришиещия сапун лежаха сиви парчета сапун за пране. За десерт престанаха да предлагат сметана със сладко от къпини, от менюто изчезнаха знаменитите

микояновски кренвирши. Сега те се полагаха в дажбите и то само за членовете на Президиума на Академията на науките. За прикрепените въобще не можеше да става и дума.

Беше приятно да се обядва на „своята маса“. Към един часа почти винаги се събираще една и съща компания, нещо като клуб. Срещу мен, с гръб към бюфета, сядаше Петър Петрович Тимофеев, директор на Института по геология. Той, явно прекарваше вечерите си пред телевизора и обичаше да обсъжда политическите и спортни събития. Ако съобщаваха за нападение на Израел срещу южен Ливан или за американска заплаха срещу диктаторите Кадафи или Садам Хюсейн, Тимофеев заклеймяваше:

– Развъждат ционизъм, знаеш ... Време е да свършим с това, а и у нас също. Трябва да поставим американците на място. Разпасаха си пояса ...

След това, сдъвквайки залък свинска пържола, преминаваше на спортна тема:

– Натрупаха ми се пет дисертации от ВАК. Откъде да намеря време? Всяка вечер – футбол. Нашите, разбира се, падат. Къде са Салников, Бобров? Ех, едно време...

Петър Петрович имаше остро чувство за времето и преживяваше особено епохата на Горбачов:

– Гласност, разбиращ ли ... Кой може да ми обясни що е то? Какво, да не би досега не говореха и не пишеха истината?

– Тук се намесва другата наша сътрапезничка – Олга Игоровна Грабар, дъщерята на художника:

– Нали имаше такъв виц: В „Правда“ няма известия, а в „Известия“ – правда.

Обаче да критикува Горбачов на глас той не смееше, изглежда, партийна дисциплина. Затова пък цялата си жълч той изсипваше върху жена си Раиса Максимовна:

– А Раиса снощи пак в нова рокля. Ето къде отиват парите ни.

– Да, въздъхваше Капустин, директор на Института по икономика – зарязаха икономиката. А ние колко предложения отправихме нагоре ...

И все пак главната тема на нашите разговори бяха задграничните командировки. По онова време това беше привилегия за малко хора и звучала като приказки на Шехерезада. Помня разказа на Верещагин, директора на Института за високи налягания и разказа му за приема в САЩ по повод откриването на металния водород:

– Устроиха банкет за двеста души в хотел „Астория“. Шампанско, тостове. Вице-президентът беше пратил поздравителна телеграма. След това ни приеха в Белия дом, имахме разговор със съветника на президента. Американците изостават и не ни разбират. Трябваше да им обясним това-онова...

Както скоро се изясни, металният водород беше недоразумение, грешка

на лаборанта, чиято камера за високо налягане правеше къси съединения. Но това вече е друга тема.

Академик М.А.Марков, знаменит физик и философ, през всички следвоянни години се бореше за мир. Той разказваше интересни неща за Пътуванията конференции. Струваше ни се, че Айнщайн, Жолио-Кюри, Бернал, Теллер, Макнамара (министъра на отбраната на САЩ) седят на нашата маса и ядат с нас есетра, сготвена на пара и картофено пюре. Веднъж Мойсей Александрович си спомни за възванието на Айнщайн, в което се обявяваше, че ядрената война ще унищожи цивилизацията. Нашето правителство, помнели указанията на Сталин, не беше съгласно с него и твърдеше, че ядрената война ще погуби само капитализма. Веднъж на някаква мирна конференция в Лондон (явно през петдесетте години) на Марков и Топчииев предложили да се подпишат под възванието на Айнщайн. Марков се обърнал за разрешение към нашия посланик Малик, който отказал да вземе решение. Всички делегации подписали възванието, освен съветската. Това идиотско положение се проточило да края на конференцията, докато не пристигнала телеграма от Молотов: да не се подписва.

Мойсей Александрович разказваше забавните си истории, запазвайки сериозна и неподвижна физиономия.

– Съществуваше такъв професор Румер [2], сътрудник на Ландау Висок, слаб, с хълтнали гърди... Бил е арестуван и заточен през 1937 г., както и Ландау. Върнал се през 54-а, идва в ФИАН и ми звъни от входа. Не го пускат. Оказва се вместо паспорт има само справка на освободен заселен заточеник. „Но пропуск си имам!“ крещи в слушалката Румер. На работа не го взимаха никъде. Накрая, успя да се устрои в някакъв секретен институт на КГБ. „Ти луд ли си?“ го питам. „КГБ най-добре знае, че не съм виновен за нищо“ ми отвръща той.

Неотдавна прочетох талантливата повест на Андрей Дмитриев „Обръщането на реката“ и си спомних за обръщането на сибирските реки. По едно време искаха да обърнат сибирските реки да текат в обратна посока. Тази тема се обсъждаше горещо на нашата маса. Инициатор беше член-кореспондент Воропаев, един от авторите на този безумен проект. Той понякога обядваше с нас. Мисля си, че ако той беше постигнал целта си, перестройката у нас щеше да започне много по-рано. Това беше втората колективизация, и икономиката ни не би издържала. Срещу Воропаев се опълчи списание „Новый мир“, начело с писателя Залигин. Воропаев кипеше от негодувание:

– На кого вярвате вие? – горещеше се той на масата – на Залигин? Слушайте какво е писал той през 58-а!

Воропаев разтваряше списание „Сибирски огньове“ и четеше откъси от статията „На предателството позор и проклятие“, подписана заедно с други и от Залигин. В статията Пастернак се обливаше с кал: „На Клим Самгин, на

когото прилича Пастернак, народът е казал: „Махай се, махай се, хлебарко!“. „Махай се! Казваме ние заедно с целия народ на Пастернак. Няма място за Пастернак в нашата страна. Той не е достоен да дишава въздуха на съветския народ“.

– Разбирате ли сега? – бушуваше Воропаев – Може ли сериозно да се отнасяте към критиката на такъв човек?

В настъпилата тишина Иля Михайлович Лифшиц, физик-теоретик, винаги спокоен, вежлив и предпазлив, каза:

– Както е известно в математиката плюс по минус дава минус, но в живота, особено нашия, не всичко е така просто ...

Пастернак продължават да го четат, и надявам се, да го четат винаги. А и сибирските реки текат, както и по времето на Ермак. И слава Богу.

На нашата маса сядаше и Дмитрий Дмитриевич Благой, известен пушкинист и литературовед. С пъстра кадифена тюбетейка на глава, подобна на тази, която носеше академик Зелински на стари години. Дмитрий Дмитриевич имаше сладка усмивка (може би поради златните коронки) и добър апетит. Наобядвал се, той си позволяваше изказвания по разни въпроси. Не му харесваха съвременните автори като Бродски, Войнович, Аксенов (що се отнася до Солженицин, той едва ли беше чувал името му).

– Ето, прочетох „Остров Крим“ на Аксенов. Чуйте това: „Андрей се отбиваше при нея всяка нощ, тя винаги го приемаше, и те синхронно, както и преди, достигаха до оргазъм...“. Как ви харесва тази лексика: синхронно, оргазъм? И това ми било съвременна литература! Пропадаме в пропаст!

Заедно с пропадането в пропастта се изменяха и разговорите и анекdotите. Даже невинните анекdotи за чукчи придобиваха друга окраска. В края на 80-те години на гробищата чукча вижда погребение и пита: „От какво е умрял човека?“. „Не виждаш ли, на венците пише: от жената, децата и парторганизацията“. И такива вицове се разказваха от директори на институти, начиени със златни звезди на реверите.

Веднъж някакъв средноазиатски академик, също със звезда, разказа за празнуването на поредната годишнина на съветската власт в Казахстан. В огромната зала, копие на зала от Кремълския дворец на сцената седи президиум, начело с Кунаев. Всички със сериозни физиономии. Залата препълнена с хиляди представители на трудещите се. На масата на президиума – всичко, което се полага: покривка, канап с вода, микрофони; зад президиума – гигантски бюст на Ленин, знамена и строен почетен караул. В залата – познатата скука. А в будката, която управлява сценичните механизми, седи пиян до козирката машинист. Той натиска някакъв бутон, сцената започва да се върти и пред очите на изумените трудещи се Президиумът изчезва зад завесата с надпис: „Напред към комунизъм и изобилие“. Появява се обратната страна на сцената с изобилие: дълга банкетна маса, покрита със снежно бяла пок-

ривка, кристални чаши, бутилки, мезета ... Уплашените келнери в черни костюми се разбягват като хлебарки. След това всичко се повтаря отначало: появява се замързналият президиум, Кунаев с каменно лице, знамената, Ленин и почетният караул. В залата – мъртва тишина. Така се върти сцената, докато успяват да разбият будката на пияния машинист и да го измъкнат от там. След това започва тържественото събрание.

Жivotът в хранилката се изменяше пред очите ни. Веднъж, в началото на 89-а на нашата маса се появи бившият главен редактор на „Правда“ Афанасиев. От вестника го бяха махнали току-що. Преди това този академик се хранеше в спецстоловата на ЦК. „Правда“, без да крие, водеше атака срещу перестройката и сега академика го превели на научна работа. Изменяше ли се длъжността – менеше се и „яслата“.

А по същото време Андрей Дмитриевич Сахаров тръгна на повишение. Когато го върнаха от заточението в Горки, академикът се появи в „яслата“, за да иска разрешение да получава „дажба“. Добрата директорка му обясни, че не му трябва никакво разрешение и сега може да си отяде. Андрей Дмитриевич обаче в столовата не влизаше. Вероятно помнеше писмото на групата академици, обявявавши го в „Правда“ за „подпалвач на войни“. Тогава нещата се повтаряха, както при Пастернак. Положението задължаваше. Но имаше и изключения. Академик Борис Сергеевич Соколов веднъж по време на обед разказа:

– Дойдоха с това писмо и при мене. Казват – подпишете, вие сте академик-секретар на Отделението на Науки за Земята. Не може да подведете Отделението, още повече – Земята. Прочетох текста, гледам, заклеймяват трудовете на Сахаров. Вижте, казвам – аз непременно ще подпиша, но преди това трябва да прочета тези трудове. Не съм ги чел, как да подпиша? Ще ги прочета и ще подпиша. Така и замина писмото без моят подпис.

През тези години на преустройство на нашата маса често обядваше и член-кор. Юри Андреевич Жданов, пристигащ от Ростов-на-Дон, където беше ректор на тамошния университет. Син на печално известния А.А.Жданов и бивш зет на Сталин, той удивително приличаше на баща си – нисък, с кръгло женско лице и очи пронизващи фокусирани на събеседника. С усмивка, която по-рано се приписваше на обаянието на партийния ръководител. Все още всички помнеха преследването от Жданов на великите дейци на културата като Ахматова, Зощенко, Прокофьев, Шостакович ... Веднъж, по време на обяд смелата Олга Игоровна Грабар попита Юри Андреевич как той сега се отнася към партийната критика на творчеството на Прокофьев и Шостакович. Отговорът на член-кореспондента ме срази:

– Но, съгласете се, че Шостакович не е Верди.

На масата всички утихнаха.

– Вие безусловно сте прави – язвително каза Олга Игоровна – Шостакович не е Верди. Ако беше Верди, нямаше да бъде Шостакович.

Нашата маса се обслужваше от Валя, мило младо момиче, винаги грижливо сресана, с бяла престилка и колосана якичка. След като се наобядвахме, тя вадеше дървената сметалка, щракаше с мънистата и ни представяше сметката. Някакъв американски гост, обядващ с нас, с изумление разгледа прибора, с който работеше Валя. Той никога не беше виждал такова нещо и го нарече руски компютър. След време аз подарих на Валя електронен калкулатор, но той не се задържа дълго при нея. Както се казва – навикът е втора природа.

Кренвирши за члена на Президиума

Веднъж, завръщайки се от чужбина, в самолета четох купената в Париж самиздатска книга на Амалрик, в която той поставяше въпроса „ще просъществува ли Съветската власт до 1984 г.“ При кацването на Шереметево аз оставил книгата в самолета, страхувайки се от митническия контрол. Надничайки в куфара ми могат да видят книгата и край – считай че си свършил със задграничните си пътувания. Междувременно, настъпи самата онази осемдесет и четвърта година, а в страната не ставаше нищо.

В същата тази година при мен в института пристигна за няколко дена от Фрайбург професор Рудолф Нитше, известен кристалограф и полиглот. Рудолф владееше пет европейски езика, древногръцки и руски. „Яслата“ беше удобно място за обядване с чуждестранни гости: прилично на вид, евтино и близко до института. Наистина, за „прикрепен“ като мен трябваше да се иска специално разрешение, но обикновено го даваха. Ежедневно на обед с Рудолф ходихме там, той си хапваше хайвер, пържена есетра и всеки път се удивляваше:

– А вие непрекъснато се оплаквате. Това е лошо, онова е лошо ... Наричате ме богат немски професор. Впрочем, хайвер ям за пръв път.

– Но ти в Германия можеш да си го купиш свободно в магазина.

Рудолф ме погледна обидено:

– Но у нас тя е безумно скъпа!

– А у нас в магазините въобще я няма – възразих аз.

Рудолф беше удивен, известно време престана да разбира руски. Премина на немски:

– А как днес ... в твоят ресторант ... какво ядохме?

Разбрах, че да продължа разговора на тази тема е безполезно.

След няколко дена, пак на нашата маса, обядваме с него и академик Марков. Обслужваше ни Валя. Рудолф вземаше живо участие в общия разговор, да говори по руски му доставяше голямо удоволствие. В края на обеда, накланяйки се към Марков, Валя с театрален шепот му напомня:

– Мойсей Александрович, днес е ваш ден за получаване на дажба. Не забравяйте, че като член на Президиума ви се полагат кренвирши.

Марков погледна Нитше, след това Валя и поблагодари. На път към ин-

ститута Рудолф дълго мълча. Пред вратата на института той спря и развълнувано каза:

– Трябва да ти кажа нещо ... аз разбрах всичко: тази власт няма да се задържи дълго.

И отчаяно вдигайки ръце:

– Кренвирши за член на Президиума!

Съжалих, за оставената в самолета книга.

Как да станеш милионер

Сега милионерите са много – никого няма да удивиш. Но ако по-рано ме попитаха как може да се спечели милион, нямаше да мога да отговоря. А и не бях мислил за това. За пръв път на такива мисли ме наведе американският колега Джордж Тейлър от Принстън. А причина беше академик Лисенко. Същият – основоположникът на родната мичуринска биология и враг на чуждата генетика.

В началото на седемдесетте години Трофим Денисович започна често да се появява в „яслата“ на обяд. Разобличен, в зенита на своето безславие, той все още беше директор на своята станция и в „яслата“ се появяваше с черна „Чайка“. Помня как веднъж, търсейки място да седне, той се спря на масата, където сам обядваше Михаил Владимирович Волкенщайн, физик, работещ с биологии.

– Може ли? – попита Лисенко с дрезгав глас, почти приседнал.

– Не, не може – спокойно отговори Михаил Владимирович, гледайки настани.

Така Лисенко се оказа на моята маса. Не съм вярвал, че ще видя живия му портрет. Беше с външност на селски агроном, със Златна звезда на ревера на сив костюм. С дрезгав глас, присвяти, но пронизващи очи, и перчем, вилящ до веждите; само че не черен, а кафяв, започващ да побелява.

Узнавайки, че съм физик, не знам защо, ме избра за събеседник. И докато разглеждаше менюто и пишеше поръчката си, зададе и първия си въпрос:

– А неutrona, що е то?

Отначало не разбрах, че това е въпрос към мене и се обърках. След това съобразих, че трябва да му обясня и започнах да му разказвам за неговата маса, спин, отсъствието на електричен товар и даже за неутронографията.

– Вие физиците все нещо мъдрувате. А природата е такава ... каквато си е. Ти със зъби да си пробвал, този неutron?

– Но моля ви се, аз да не съм камикадзе?

– Камиcadze? Грузинец? Вие за кого говорите?

Лисенко ми говореше на „ти“, явно веднага разпознавайки ме като „прикрепен“. Разговаряйки с мен той дъвчеше, топеше сухара си в борша, и бърниайки с пръсти в супата успяваше да улови сините сливи в нея.

– Вие всички все гени, та гени – продължаваше научния разговор академикът – А този ген ти виждал ли си го, мирисал ли си го?

Опитвах се да запазя спокойствие:

– Но нали и електронът също не може ни да се види, ни да се пипне. Обаче съществуват хиляди други методи: фотографиране на следи, флуоресценция ... А пък и генът се вижда с електронен микроскоп.

Когато беше в добро настроение, Трофим Денисович можеше и да се шегува:

– Пратиха ме в районен център да чета лекция за нашия породист добитък. Залата – няма къде ябълка да падне. Президиум, трибуна – всичко както се полага. Аз на трибината – разказвам. Изсъхна ми гърлото, посягам и отпивам. Господи, чист спирт! Оказва се, че някой им е казал, че освен водка нищо друго не пия.

На съседната маса подслушват и се подхилват. Александър Михайлович Прохоров, нашия Нобелов лауреат, ме произведе в консултант по физика на Лисенко. Не се обидих.

По време на едно от гостуванията на Джордж Тейлър у нас, когато го заведох на обед в нашата „ясла“ и двамата седим на масата, а той с апетит отхапваше сандвича с хайвер, на масата ни приседна Лисенко. Налагаше се да ги представя един на друг. Когато Джордж чу името му, ченето му увисна, хапката падна от устата му и зърнестият хайвер започна да се стича от устните му. Той се вцепени. Идвайки на себе си, той се наклони към мене и шепнейки на английски ме попита:

– Нима, това е същият онзи Лисенко?

– Същият, но ти си говори високо, той английски не разбира.

Когато излязохме на улицата Джордж беше силно възбуден, но дълго мълча, обмисляйки нещо: „Ето ти славата на Херострат“ – си помислих аз. Вечерта бяхме в Большой театър, гледахме балет с Максимова, но това не впечатли толкова моя американски приятел, колкото днешният обяд. Все още потресен Джордж мълчеше и в колата, която ни отвеждаше в хотел „Русия“. В онези години Управлението на чуждестранните връзки на Академията на науките предоставяше за гостите кола за обслужване. Джордж мълчеше, затова пък шофьорът ни търсеше разговор. Представи ни се Виктор Михайлович Шустов, преди това работил в гаража на ЦК, возил Брежнев и Черненко.

– Печелех добре, 220 рубли на месец – разказваше той – С много добавки. Получих ново палто и кожена шапка; спецмагазени, поръчки, подаръци за празниците. Въобще всичко както се полага. На поредните партийни конгреси на „Чайка“ возих гостите на конгреса. Тодор Живков – солиден, самостоителен. Подари ми кристален сервиз за шест человека и кожени ръкавици. Янош Кадар ми подари чанта „дипломат“. А виж, с американеца Гес Хол, нещата бяха по-зле. Нещо се стиска. Возих го до Суздал, а той ми подарява запалка „Ронсън“.

Питам го как така се оказа на друга работа.

– Нещастен случай. Веднъж късно през нощта, след поредната почерпка излизам от метрото на път за дома. Приближават се трима: „Дай цигара“. След това ме удариха, събориха на земята. Взеха ми шапката, палтото, парите. Наистина, пропуска за Кремъл ми оставиха. В къщи се върнах в седем сутринта, а в осем трябваше да бъде на линия. Закъснях. И, обърнете внимание, съвсем не бях пиян. Разбира се, извикаха ме в кремълския гараж и ми предложиха да напусна по собствено желание. Там нещастни случаи не прощаваха. А аз си мислех – край, настъпи време да гасим светлините. Обаче ми се размина, преведоха ме при вас.

Пред входа на хотела освободих колата. Най-накрая Джордж си възвърна словесния дар и каза:

– Обмислих и мога да ти кажа как можеш да станеш миллионер.

– Ти знаеш, че никога не съм се стремил към това.

– Не ми говори глупости – отвърна Джордж – Да се правят пари е също наука. И ето как. Нали видя менюто, което Лисенко подписа и подаде на онази лейди, за да направи поръчката си?

– Каква пък лейди сега? Нашата сервитьорка Валя?

– Ами че да. Събери такива подписани менюта повече. Колекционерите в САЩ ще ти дадат за всяко такова минимум по двайсет хиляди долара!

Пол Адриан Морис Дирак и аз

Нека сега да кажа откъде идва и името „хранилка“. Така нарече специалната столова моят учител академик Шубников. Алексей Василевич беше гениален кристалограф и необикновен човек. През годините, когато се срещахме в „хранилката“ той беше вече доста стар и там се появяваше заедно с жена си Янина Ивановна. Невисок, slab, красив, с орлов нос, той се опираше на ръката на спътницата си – жена с могъщо телосложение, с глава по-висока от него, която го завеждаше до свободната маса.

Преди революцията Шубников беше завършил Московското търговско училище заедно с братята Вавилови. В училище със собствените си ръце той беше направил за Сергей Иванович електрофор, след това университет, аспирантура при великия Вулф (вероятно читателят е чувал за закона на Вулф-Брег), участие в Първата световна война, революцията, Гражданската война, трийсет и седма година, Втората световна война... През тези години той беше загубил много роднини, приятели, ученици. Едни бяха загинали в гражданская война, други пратени в Гулаг. Той сам беше оцелял по никакво чудо и през четиридесет и трета беше станал директор на института по кристалография. В партията никога не беше постъпвал, но за заместник-директор му бе пратен човек, но когото може да се „разчита със сигурност“. Обаче, този „верен“ заместник беше само „кандидат на науките“. В онези години, когато

аз бях все още млад сътрудник, този зам поиска да стане „доктор на науките“, обаче да напише дисертация той не можеше и му разрешиха да защити въз основа на „доклад“. След този „доклад“, уплашен, аз изтичах в кабинета на Алексей Василевич и изказах наивното си възмущение:

– Но този човек не знае елементарната физика! За каква докторска става дума?

Алексей Василевич подъвка устни (както винаги, преди да отговори на неочекван или глупав въпрос) и каза:

– Да, наистина е много слаб ... Но той е мой комисар.

– А какво, нима на комисаря не му стига кандидатска степен?

Той нищо не ми отвърна, но ме изгледа със съжаление.

Шубников ме покани за аспирант през петдесет и пета година, когато той вече беше навършил седемдесет. Тогава, по време на Хрущцовото затопляне той можеше да направи това, независимо, че неговия заместник зорко следеше кадрите да не се „замърсят“, както се казваше тогава. Замърсявайки кадрите, аз бързо написах дисертация за електретите. Електретите представляват електричен аналог на магнита и тази тема интересуваше Алексей Василевич. Немного преди защитата шефът каза:

– Няма да е зле да докладвате тази работа на семинара на Капица. Според мен ще му бъде интересно.

Семинарите на Капица се провеждаха в сряда и бяха известни на цяла Москва. На тях винаги присъстваше Ландау, който завеждаше теоретичния отдел на института. Самият факт на докладване на този семинар се считаше за успех. Академик Пътър Леонидович Капица изпитваше към Алексей Василевич не само уважение, но и му беше признателен. Когато Сталин и Берия бяха изгонили Капица от неговия институт, Алексей Василевич го беше приютил в своя. Тогава Капица живееше непрекъснато във вилата си и в нашия институт се появяваше рядко. Но споменът за мъжеството на Шубников, явно, беше останал за винаги.

– Но ще поискам ли Пътър Леонидович да представи мой доклад на своя семинар? Как да направим това?

– Не се беспокойте – отвърна Алексей Василевич – Остави това на мене. Ще му позвъня и ще получиш покана.

– След няколко дена в института пристигна плик, адресиран до мене. От него изпадна листче, сгънато на две. Все още го пазя някъде. Ето и текста:

– „Институт по физични проблеми „С.И.Вавилов“. В сряда, еди-кое си число (точната дата не помня) 1957 г. ще се състои 342-то заседание на семинара. Дневен ред:

1. Пол Адриен Морис Дирак. Електрони и вакуум.

2. Владимир Фридкин. Електрети.

Начало 18 часа.“

Ако не беше столът под мене, щях да се просна на пода. Едва ли трябва да обяснявам защо. Дирак, наред с Айнщайн, Планк и Хайзенберг са класиците на физиката на XX век и въобще на естествознанието. Лауреат на Нобеловата награда и чуждестранен член на нашата Академия на науките, Дирак беше пристигнал за няколко дена в Москва. Да чета след него своя жалък доклад за някакви си електрети – това е все едно ... не зная ... все едно да четеш стихове след Пушкин. Хвърлих се към шефа, устните ми треперят, камък е застанал на гърлото ми. Без да мога да продумам му връчих поканата. Алексей Василевич му хвърли едно бегло око, подхапа устни ... и се усмихна:

– Напълно в стила на Пътър Леонидович. Той е в стихията си. Разбирате ли, Володя, за Капица всички са равни. Вие, Лауе или Дирак ... А сам той е над всички.

– Не се вълнувайте, всичко ще бъде наред, уверявам ви.

Не спах три нощи. Пиех чай в кухнята, бродех из квартирана, пречех на всички да спят и не знам защо рецитирах стихове от Надсон. Жената ми даваше хапчета, те не ме успокояваха, за да заспя, четях собствената си дисертация, но нищо не помагаше. Накрая жена ми предложи:

– А може да повикам „Бърза помощ“ и да вземем медицинска бележка?

Но не можех да се уплаша и да подведа шефа. През деня пишах формули на дъската и виждах, че допускам грешки.

Накрая настъпи очакваната сряда. В гардеробната на института се погледнах в огледалото и видях непознато лице с безумно изцъклени, трескави очи. Напомняше актьора Михоелс в ролята на Тевье, в момента, когато го изгонват от родната Касриловка. На този спектакъл в еврейския театър мама ме беше водила преди войната.

Вестибюлът беше препълнен и шумеше като разтревожен кошер. Изглежда всички физици от Москва се бяха събрали да слушат Дирак и мене. Познатите ме заобикаляха. Уплашено ме гледаха и, срещайки погледа ми, срамежливо се обръщаха настррана. Накрая се появи и приятел – Лев Горков, аспирант на Ландау:

– Мога ли да те държа за ръка? – ме попита той.

Залата беше натъпкана до горе. Първите два реда бяха заети от академици, член-кореспонденти, членове на Отделението. Познах Фок, със слухов апарат, до него Ландау. На сцената поставиха кресло и в него седна Капица, кръстосал крак върху крак. До него, пред черната дъска стоеше прав Дирак, макар че ми се губи в мъглата.

– Трябва ли преводач? – попита Пътър Леонидович с тон, който подсказваше, че такъв не трябва. В онези години малко хора владееха английски и от задните редове, заети от аспиранти и студенти, се чуха дружни викове: „Трябва, трябва“.

– Лифшиц – изкомандва Капица, и на сцената се появи все още младият,

но вече плешив академик Евгени Михайлович Лифшиц. Дирак разказваше, Лифшиц превеждаше, а аз треперех, очаквайки своя час.

Но той така и не настъпи – този мой час. Към полунощ, когато Ландау, стойки пред дълската, яростно разобличаваше Дирак, а Дирак спокойно му отговаряше, аз усетих, че съм спасен. Точно в полунощ Капица стана от креслото и обяви:

– Поради късния час вторият доклад (поглеждайки в бележчица) ... за електретите ... май, че така ... се пренася за следващото заседание на семинара.

Тази нощ спах като заклан. И цяла седмица – до триста четиридесет и третото заседание спах спокойно.

Предзащита в джунглите

В „ханилката“ обядваше и известният физик Иван Василевич Обреимов. Всички го уважаваха, по това време академик Обреимов беше вече стар и прегърбен и ходеше с бастун. Венец от посивели коси украсяваше оплешиялата му глава. Когато слушаше, наклонената му глава се подпираще на ръкохватката на бастуна му, така че говорещият гледаше голото му теме.

Преди защитата на докторската ми дисертация Алексей Василевич ме посъветва първо да докладвам работата си при Обреимов. Това се наричаше предзащита.

– Иван Василевич е не само забележителен физик, но и човек с кристално чиста душа – ми каза шефът. – Не зная дали знаете, че през тридесет и седма, когато работил в Харков, е бил арестуван и затворен. Заедно с моя племенник Шубников, известен Ви по открития от него заедно с де Гааз ефект. Племенникът ми загина, но Иван Василевич, слава Богу, оцеля, въпреки че понесе доста несгоди. Ще поговоря с него, а той сам ще ви каже кога да се явите.

След няколко дена Обреимов ми позвъни в къщи:

– Чух за Вашата работа от Алексей Василевич. Ще се радвам да се запознаем. Елате у нас утре в единайсет часа. Ще поканя мояте теоретици ...

– Извинете, единайсет преди обед?

– Гъльбче, сутрин аз работя. Разбира се, вечерта.

На следващия ден, точно в единайсет вечерта, звъня на вратата. Обреимов живееше на Ленинския проспект, в известния блок, построен от архитекта Шусев. Беше вече тъмно, но аз намерих входа. Отвори ми жена му Александра Ивановна, застанала на вратата с огромно баскервилско куче.

– Не се страхувайте, ще Ви заведа.

Преминах през редица от стаи. Баскервилското куче ръмжеше и дишаше във врата ми. В хола пред кабинета на Иван Василевич спрях: намирах се в тропическа градина, нещо като джунгла, по средата на стаята имаше някол-

ко палми, обвити с бръшлян и лиани. На клоните имаше огромен папагал. Под тавана прелитаха с крясък непознати птици с ярки африкански пера. А под една от палмите, направо върху килима, завита на кълбо лежеше огромна петниста змия. При вида и трепнах.

– Не се страхувайте – каза Александра Ивановна – Това е питон. Напълно безвреден.

След джунглите кабинетът на Иван Василевич ми се стори тъмен. На едната стена имаше огромна черна дъска, роял, затрупан с книги и ноти, и няколко стола, на които седяха млади хора. Паркетът пред дъската беше зацапан с тебешир. Преди да успея да стигна до дъската и кажа нещо, Иван Василевич (той седеше в кресло, опрял брада в дръжката на бастуна си) започна пръв:

– Гълъбче, какво зяпate, губим време. Започвайте. Отдавна трябващe.

Докладът ми беше готов. Написах на дъската формулатите и започнах да обяснявам постановката на задачата. Не бях говорил и пет минути, когато Иван Василевич повдигна брадата си от бастуна и, обръщайки се към теоретиците, каза:

– Разбирате ли нещо? Аз – нищо. – След това към мене – Гълъбче, според мен дрънкате някакви безсмислици. Впрочем, къде сте учили? И без да ми позволи да отговоря – Според мен, всичко, което сте написали тук, са глупости. И с това се явявате пред мен? Знаете ли какво? Няма да ви предложа чай. Вън! Веднага! Ако не си тръгнете – ще извикам милиция...

– Теоретиците мълчаха. Отправих се към вратата. Там ме чакаше Александра Ивановна и заедно с баскервилското куче ме съпроводиха през джунглата до изхода. По обратния път кучето ръмжеше застрашително, готово всеки момент да ме разкъса.

За провала си не казах нищо на шефа. Беше ме срам. Спомнях си нощния пуст Ленински проспект, баскервилското куче, петнистия питон, умълчанието теоретици и ми ставаше страшно. Не знаех какво да правя.

И бях страшно учуден, когато след няколко дена, късно вечерта телефонът позвъня и чух до болка познатия ми глас:

– Гълъбче, Иван Василевич се обажда. Вижте, миналия път нещо не се чувствах добре. Възможно е да не съм Ви разбрал. Я елате утре, пак в единайсет. Ще дойдат и моите теоретици.

– Този път не попитах дали става дума за сутрин или вечер. Пред жена си признах:

– Ако и сега се отнесе с мене пак като миналия път, не знам какво ще направя ... Търси ме в милицията ...

– Сутринта жена ми подаде вързопче.

– Това бохничка за затвора ли е?

– Не. Пак ще трябва през нощта да тръгнеш от института. Хапни си ...

– На входа ме посрещна усмихната Александра Ивановна с кучето. Сега то не ръмжеше. „Свиква“ – помислих си аз. Без да се мотая в тропиците, с твърда крачка се вмъкнах в кабинета. Теоретиците седяха по столовете, Иван Василевич – в креслото. Отново написах формулатите на дъската и повторих началото на доклада. Никой не ме прекърсаше. След това за четиридесет минути разказах работата. Теоретиците седяха като вкаменени. На вратата чакаше Александра Ивановна с готовия чай.

– Някакви въпроси? – попита Обреимов, обръщайки се към младите хора.

Теоретиците, както и преди, скромно, мълчаха. Иван Василевич каза:

– Гъльбче, защо миналия път така мънкахте ... Ето, че сега всичко е ясно и разбрано. Според мене, работата е направо забележителна ...

Върнах се в къщи към три часа през нощта с бохчиката в ръка.

– Не хапна ли? – ме попита жена ми.

– Не, но за сметка на това, пих чай на гости.

– Значи мина добре?

– Всичко мина. Как мислиш: те с какво хранят питона? ...

Двайсет писма към приятеля

Един от моите опоненти на докторската ми защита беше професор Фьодор Фьодорович Волкенщайн. Близките му го наричаха Фьофа. Фьодор Фьодорович се появяваше в „ханилката“ рядко – той не беше прикрепен, появяващ се нещо като гост. Скоро станахме приятели.

Фьофа беше син на поетесата Наталия Крандиевска и Фьодор Волкенщайн, известния на цяла дореволюционна Москва адвокат. Малко преди революцията родителите му се развели и майка му се жени за писателя Алексей Николаевич Толстой. През 1919 г. Фьофа, заедно с доведения си баща и майка си, заминават в емиграция, живее в Париж и Берлин. В Париж семейството на Толстой дружи с Бунин и Иван Александрович предсказва на Фьофа литературно бъдеще. Но Фьофа става известен физикохимик. Той има двама природени братя: Димитрий, композитор, с когото той подържаше близки отношения, и Никита, физик, с когото отношенията му бяха хладни.

Със съпругата си, художничката Наталия Мунц, той живееше във високите къщи на площад Въстание. Помня добре квартираната му. Фьофа работеше пред прозореца, на едно бюро, над което висеше голям портрет на майка му. На стената, зад гърба му, имаше широк миндер, със закачени рисунки на жена му. А в ъгъла, между бюрото и библиотеката, имаше старинно дълбоко кресло. Фьофа настаняваше госта там и преди той да се отпусне, му съобщаваше, така между другото:

– В това кресло беше дописан вторият том на романа на А. Толстой „Ходене по мъките“.

Гостът скачаше като ужилен, а доволният Фьофа го наместваше наново

в креслото. Но той не обичаше пастрока си. Смяташе, че талантливият писател е бил фанфарон и приспособленец. Разказваше, например, такава история. Веднъж Алексей Толстой поканил на обяд в къщи в Детското село (така се наричало след Революцията Царское село до Санктпетербург) няколко колеги, съветски писатели. Разказал им за живота в Париж. Писателите, никога не излизали в чужбина (и не мечтаели за това), учудени гледали графа и слушали със зяпнали уста. А Толстой разказвал как сутрин отивал на пазара Муфтар, в Латинския квартал, и купувал продукти за обед. В разказа на Фьофа тази история звучеше така:

– Преди всичко – вино. За тази работа, да ви кажа, се нуждае от познание и опит. Там предлагат хиляди видове. Избиращ някое, но толкова старо, че не можеш да измиеш прахта от ръцете си. След това – сирене. Взимам рокфор с утринна роса по него, както и пресен камамбер ...И разбира се, месо за бургиньон. Но венецът на всичко са омарите. Яли ли сте омари? – пита хитрият Толстой, знаейки предварително отговора.

Писателите, на които им текат лигите, печално клатят глави. По това време Ленинград гладуваше и те едва ли бяха закусвали този ден.

– Но поне сте виждали в Ермитажа? На картините на тези ... Гед, Ройсдалс? Стиснеш им лимон, хванеш ги с двувърха вилица, а те пищят на път за устата. На обед ще дойдат Вера Николаевна и Иван (става дума за Бунини – уточнява Фьофа) и, ако не са се скарали, Балмонт с жена си. Веднъж жената на Балмонт така се натъпка с омари, че след това – ясно е ... дриськ! Едва не предаде Богу дух. От алчност, тя пестеше всичко, а сега – аванта...

След това писателите биваха канени на масата, разказваше Фьофа, и обядваха с голям appetit.

Веднъж, в чужбина, купих и прочетох книжката на дъщерята на Stalin „Двадесет писма към приятеля“. Естествено, в книгата Светлана Алилуева не разкриваше името на приятеля. Беше казано само, че той е известен физикохимик. Както обикновено, при връщането, на летище Шереметево, се уплаших и не се реших да прекарам книгата през митницата. В Москва разказах за това на Фьофа и съжалих за постыката си да оставя книгата.

– Това лесно може да се оправи – каза Фьофа. И, издърпвайки, две книжки от библиотечния рафт, ми ги подаде. – Едната е за тебе, а другата е надписана за мене. Защото известният физикохимик съм аз.

И Фьофа ми разказа за дружбата си със Светлана Алилуева. Светлана е искала да разкаже за баща си, за гибелта на майка си, за живота си на съветска принцеса в златна клетка. Фьофа я посъветвал да напише всичко това във вид на писма до него. Той не се впускаше в интимните подробности на тази дружба, а и аз не разпитвах. Каза само, че благодарение на Светлана, той рано тръгва в командировки в чужбина, и то направо за САЩ. Разбира се, не сам, а в състава на делегация. Това става през 1954 или, може би, през следващата

година. Светлана ходатайства за Фьофа пред Хрущов. Не става дума за кого да е, а за сина на самия Толстой! Ръководителя на делегацията, човек от Лубянка, иска мъжете да се настанят в хотела по двама в стая. А дежурният администратор не се съгласява – намеква, че е неприлично. Сред членовете на делегацията никой освен Фьофа, не знае английски. Тогава той пошепва на ухото на администратора, че това е делегация на съветското сексуално малцинство. Администраторът е поразен – той за пръв път посреща съветски гости, и те според техните изисквания, са настанени по двама в стая...

През 1985 погребвахме Фьофа на Ново-Кузнецките гробища. Ковчегът беше спуснат в замръзналата земя, затрупан с буци глина, и за минути се образува хълм, посипан със сняг. Положихме цветя.

– И това е всичко – казах на стоящия до мене Димитрий Алексеевич Толстой. Той ме погледна с учудване:

– Как всичко? Та то едва сега започва!

Бележки

[1] – вж. „Светът на физиката“, кн. 1, 2003

[2] – вж. „Светът на физиката“, кн. 4, 2004 – бел. прев.)

„Записки специпрекрепленого“, сп. „Знамя“, 2005, №6
Превод от руски: **Н. Ахабабян**
(под редакцията на Б.П., М.Б. и Б.Т.)

(Продължава в следващия брой)

VI КОНГРЕС НА СЪЮЗА НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ

На 1.12.2007 г. се състоя VI редовен конгрес на СФБ, с който приключи тригодишният мандат на Управителния съвет (УС) на Съюза и беше отчетена многообразната дейност на неговите членове. Деловата работа на Конгреса бе предшествана от чудесното музикално изпълнение на струнен състав от талантливи млади изпълнители. След художественото встъпление председателят на УС акад. М. Матеев даде думата на многобройните гости. Те поздравиха участниците в това бележито за българските физици събитие. След поздравленията конгресмените преминаха към деловата част на форума. Беше предложен дневният ред на Конгреса и ръководството на събранието, които бяха гласувани единодушно. За председателстващ събранието беше избран проф. д-р Анг. Попов. Той даде думата на председателя на УС на СФБ да прочете отчетния доклад за мандата 2005-7 г. Конгресмените изслушаха с интерес резюмето на доклада, който в пълен вид беше разпратен предварително с e-mail до членовете на УС и до Клоновете на СФБ в цялата страна. Докладът отразяваше множеството мероприятия на организацията и интересни инициативи, реализирани от нейните клонове. Съществено място в отчета бе отделено на активното участие на СФБ в европейските инициативи „Физика на сцената“ и „Науката на сцената“ (SOS), реализирани по време на мандата с активно участие от българска страна. (Надяваме се, че „спасителната“ абревиатура за природните науки ще се превърне в ясен сигнал към управляващите в страните от Европейския съюз (сред които е и България) за включването на тези науки, които са основа на научно-техническия прогрес, към държавните приоритети за финансиране и „обгриженост“.

След отчетния доклад думата беше дадена на проф. д-р Ив. Лалов, който прочете доклада на Контролно-ревизионната комисия на СФБ. След двата доклада Конгресът пристъпи към обсъждане на тяхното съдържание, като бяха направени редица положителни оценки и допълнения към отчета. Единственото разно-гласие в предлаганите и взети решения от Конгреса настъпи относно предложението за увеличаване на членския внос в СФБ, което не бе прието от мнозинството поради опасението, че то може да намали броя на членската маса в Съюза. Бяха предприети и стъпки за подобряване на финансовото състояние на Съюза чрез привличане на представители на бизнеса към полезната му дейност. В заключителната част на Конгреса се пристъпи към избори на нов Управителен съвет на СФБ, контролно-ревизионна комисия към него и главен редактор на спис. „Светът на физиката“. Направените предложения бяха включени в обща бюлетина, с която конгресмени-

те гласуваха тайно. С явно гласуване бяха одобрени предложените кандидати за почетни членове на Съюза. Организацията на конгреса беше добра и паузата за обяд даде възможност на конгресмените да се подкрепят след усилната работа със сандвич, чаша чай или кафе. А мъжете да окажат лично внимание на колежките си.

Накрая конгресът приключи след обявяване на преизбрания нов-стар председател на СФБ – акад. М. Матеев. Честито на него и на новия Управителен съвет!

Проф. дфн Людмил Вацкичев

УПРАВИТЕЛЕН СЪВЕТ ИЗБРАН НА V КОНГРЕС ПРОВЕДЕН НА 1.12.2004 Г.

ПРЕДСЕДАТЕЛ

проф. дфн Матей Драгомиров Матеев

ЗАМ.-ПРЕДСЕДАТЕЛИ

акад. Александър Георгиев Петров
проф. дфн Николай Стойчев Тончев
доц. д-р Валери Костадинов Голев
гл. ас. д-р Теменужка Атанасова Йовчева

ИЗПЪЛНИТЕЛЕН СЕКРЕТАР

Пенка Ганчева Лазарова

ЧЛЕНОВЕ

н.с. Анна Стоянова Братоева
Ст.н.с. дфн Анна Иванова Георгиева
Веселина Любенова Салтиел
Ганка Стоева Камишева
проф. дфн Димитър Василев Стоянов
Доц. д-р Евгения Вълчева
Валентин Терзийски
доц.д-р Венцеслав Стоянов Тодоров
ст.н.с. II ст. Кирил Борисов Благоев
проф.дфн Людмил Петров Вацкичев
Маргарита Йосифова Димитрова
Марин Богданов Ботев

ст. н. с. Михаил Константинов Бушев
Милка Илиева Джиджова
доц. д-р Пламен Петков Физиев
Росица Георгиева Конова
доц. д-р Серафим Михайлов Николов
Севдалина Кръстева Иванова
проф. дпн Христо Димитров Попов
Юлия Иванова Върбанова

ЦЕНТРАЛНА КОНТРОЛНА КОМИСИЯ

ПРЕДСЕДАТЕЛ

Проф. дфн Иван Йотов Лалов

СЕКРЕТАР

доц. д-р Атанаска Спасова Андреева

ЧЛЕНОВЕ

Димо Тодоров Гърланов
Роберт Курт Попиц

ГЛАВЕН РЕДАКТОР НА

СП. „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“

Ст.н.с. дфн Нъшан Охан Ахабаян

„ВЗРИВЪТ!“ Пълна история на Вселената



но известната група „Куин“ и водещ на популярни беседи по телевизията по широк кръг въпроси: от астрономия – до рок музика. Вторият Патрик Мур (най-възрастният от тримата) е удостоен от кралицата с титлата „Сър“ за изследванията му на Луната като учен-астроном. Заедно с третия автор Крис Линтът, Патрик Мур води предаването на БиБиСи – „Небето нощем“ и композира класическа музика. Крис Линтът – защитил докторат по астрофизика в Юниверситети Колидж на Лондон пък е специалист по зараждането на звезди и звездни купове от ранната Вселена, но е и режисьор на комичната опера „Галилей“.

Голямоформатната книга „Взривът“ смайва читателите преди всичко със своите фотоснимки, които на брой са повече от страниците ѝ (192). Фотосите са изработени върху материали (голяма част от които са на електронна основа) с възможно най-високо качество и с най-съвременната разделителна способност, тъй като в повечето случаи обектите им се намират на милиарди километри разстояние от Земята и дефекти в устройствата за фотографиране, във фотографските материали или при тяхното експониране са абсолютно недопустими. Освен това, впечатляват и източниците на доку-

Книгата, която се продава от есента на 2007 г. само в някои от най-големите книжарници на София, е отпечатана в Англия съвместно с българското издателство Сиела. Преводач е *Михаил Бушев*.

Това е луксозно издание на английските автори *Брайън Мей, Патрик Мур и Крис Линтът* – всички членове на Кралското астрономично общество. Преди всичко общото, свързващо тримата много известни личности във Великобритания са не само професионалните им интереси, но и любовта към музиката. Първият от тях, носител на почетното звание „Доктор на науките“ от университета на Хартфордшир, е китаристът Брайън Мей – съосновател на светов-

менталните илюстрации, отпечатани в книгата. Защото, произходът им „от цял свят“ като че ли губи значението си на фона на другото възможно, но не по-малко точно тяхно определение – „от цялата Вселена“. Въобще, подобна фундаментална по съдържание и такава уникатна по форма книга, не е издавана досега на български език и едва ли скоро ще бъде издадена !

Книгата има последователно следното съдържание:

- хронологично илюстровано (по оригинален начин) „Съдържание“;
- предговор с представяне на авторите;
- встъпление под заглавие „Обаянието на небесата“, където има илюстрации, предоставени от космическите експедиции на НАСА
- глава 1 – „Генезис:в началото“
- глава 2 – „И стана светлина“
- глава 3 – „Еволюиращата Вселена“
- глава 4 – „Звезди и планети“
- глава 5 – „Възникването на живота“
- глава 6 – „Към бъдещето“
- глава 7 – „Краят на Вселената“
- *Епilog*
- *Практическа астрономия*, съдържаща препоръки и сведения за Слънцето, Луната и планетите, включително съзвездията
- *Биографии* на най-известните астрономи и космологи в света
- *Хронология на Вселената*, по години след Големия взрив
- *Речник* (азбучник на всички термини от астрономията и космологията с последните научни резултати, включително до понятието „тъмна материя“)
- *Азбучен указател* на термините и илюстрациите, използвани в книгата
- *Допълнителна литература.*

В книгата поне аз не намерих значителен въпрос, на който да не е дадена информация на ниво „получени“ или „очаквани“ резултати. Нещо повече, самата книга „Взривът!“ може да послужи като въпросник, над който нейните читатели да са в състояние да помислят и даже да потърсят отговорите – сами или с помощта на приложените списъци от литература и имена на астрономи и космологи.

Много интересна подробност научих от самия преводач. Той е установил някои фактически неточности и дори грешки. За тях издателите са били известени, а в българското издание на книгата са извършени необходимите корекции.

Николай Велчев
Ноември 2007 г., София

ДО КАНАДА И НАЗАД... (Brock University, St. Catharines, Ontario, Canada)

Светослав Рашев

Тук завършива удоволствието и започва блаженството.
Надгробен надпис

През лятото на 2007 г. имах прекрасната възможност да прекарам два месеца в Университета Брок, Онтарио, Канада, по покана на мой добър приятел Дейвид Моул, вчера пенсиониран професор но все още заемаш почетна позиция в университета (Professor Emeritus). Там научих твърде много интересни неща, отнасящи се до това, как е организиран и как функционира един канадски университет, които според мен си заслужава да се разкажат. Внимателният читател вероятно ще успее да открие някои прилики с това, което имаме у нас, а не дай си Боже, може би дори и някои разлики.

Университетът е построен на върха на възвишението (Escarpment), образувано от разместване на земните пластове, станало преди няколко хиляди години. Това възвишение или праг, с височина около 50-100 метра, пресича по диагонал почти цяла Канада и в частност Ниагарската област (Niagara region), където се намира университетът. Именно този праг е причина за съществуването на Ниагарския водопад, при пресичането му от река Ниагара, която всъщност осъществява преливането на езерото Ери в езерото Онтарио

– две от петте велики езера. Самата Ниагарска област, която има размери колкото България, се намира между езерата Ери и Онтарио, врязана дълбоко в американската територия и е всъщност най-южната и най-старата и култивирана канадска територия. Университетът е построен на празно място, на огромна площ в близост до град Сент Катаринс, административен и културен център на Ниагарската



Дейвид Моул на фона на Ниагарския водопад

област, на около 40-50 км. от Ниагарския водопад. Университетът е сравнително нов, основан през 1964 г. Според Дейвид, всичко започнало с това, че в един местен женски клуб възникнала идеята, че ще е хубаво да се направят стъпки, към основаване на нов университет в Ниагарската област. Понастоящем Университетът Брок се явява навсякрано най-големият работодател в тази изключително важна туристическа област на Канада. Има си и своя собствена електростанция.

Университетът има следната структура. Има една централна висока (10 етажна) част (Chown tower), в която се помещава администрацията, библиотеката и най-големите аудитории за студентите. Около централната кула са разположени ниски (2-3-етажни) сгради, в които се помещават факултетите. Предвидени са възможности за преминаване от едно тяло в друго, така че целият университет може да бъде обиколен без да се излиза навън. Ниските тела са разположени под най-причудливи ъгли едно спрямо друго (само не и прави), което според Дейвид се дължи на факта, че архитектът е японец. Има десетки, а може би стотици врати, през които може да се влезе, не малка част от тях снабдени с автоматичен механизъм за лесно отваряне от хора в инвалидни колички. Всички врати стоят денонощно отключени. Всичко това е заобиколено от обширни зелени площи, редовно косени и поливани. Пуши се само на малко на брой, строго определени места. Навсякъде се поддържа почти идеална чистота. Всички сгради на университета са климатизирани, включително и студентските общежития, които са разположени в и около кампуса, до огромните паркинги. Университетът разполага с голям магазин (книжарница), където се предлагат голямо разнообразие от стоки: книги (речници, учебници, тетрадки, художествена литература, книги за деца и др.), сувенири, дрехи и различни съдове с емблемата на университета, както и с националните символи, компютри и т.н.

Понастоящем Брок има около 18000 студенти, които преди 3-4 години са били само 14000. Повечето от тях са младши (undergraduate students), които



Централната кула и част от кампуса на Университета Брок

учат 4 години и получават степента BSc (bachelor of science). В момента в университета активно се развиват програми за старши студенти (graduate students), които включват две степени – MSc и PhD. По принцип след още две години обучение студентите могат да получат степента MSc (master of science), а след още 3-4 – PhD (докторат). Въобще университетите в Канада всяка година се разширяват а и се основават много нови университети (но истински, а не фантомни, каквито се нариха у нас през последното десетилетие), като броят на студентите постоянно расте, с тенденция практически всички млади хора да получават висше образование.

Годишният бюджет на университета е около \$500 miliona. Голяма част от него идва от държавата. Друга значителна част от бюджета се осигурява от частни спонсори и третата част – от таксите на студентите. Студентите плащат годишно по около \$4000 за обучение и още толкова, за да живеят в общежитие. Таксата, която студентите плащат за обучение, е може би една трета от необходимите за това пари. Другите две трети идват от държавната субсидия и от частното спонсориране, съответно. Неотдавна университетът назначи специален вицеизпред, чиято изключителна задача е да се грижи за осигуряване и увеличаване на частното спонсориране на университета.

Разбира се, въпреки цялото видимо благосъстояние на Университета Брок, канадските университети са несравнимо по-бедни от американските. По думите на Дейвид, само Харвард е по-богат от всички канадски университети взети заедно. Макар да има много сходни черти, съществуват и съществени разлики в организацията и функционирането на един американски и един канадски университет. Напр., докато в канадски университет се взема малка част (около 10%) от изследователския grant на учен от университета за административно обслужване, то в американския университет се отнема половината сума. Като се има предвид, че в САЩ и самите изследователски грантове са по-големи и могат да бъдат десетки милиони, то университетът има голям интерес да привлече учени с големи грантове, (т.нар. „superstars“ като във футбола), като им предлага и много високи заплати. По такъв начин се получава огромна диференциация между заплатите на отделните професори в един университет. В Канада не съществуват такива големи различия. Единствено професорите в медицинските факултети и клиниките към университетите получават около три пъти по-високи заплати от колегите си в другите специалности (поради лекарската си практика), което често създава сериозни напрежения.

Университетът Брок е наречен на генерал Брок – английски генерал, геройски загинал във войната между САЩ и Великобритания&Канада от 1812 г. По това време формално канадска държава все още не е съществувала. Войната е започната от САЩ с цел завоюване териториите около Великите езера и се е водила главно в Ниагарската област. Генерал Брок е командвал

английския гарнизон във форт Джордж, намиращ се на устието на река Ниагара при езерото Онтарио. Както сега така и тогава, границата между двете държави е минавала по река Ниагара. Когато разбира, че има пробив в отбраната нагоре по реката, генералът веднага тръгва натам на кон, изкачва височината (Escarpment) и там е убит от американски куршум, но атаката на американците е спряна. Сега той е един от най-тачените национални герои на Канада а на мястото на гибелта му от 80 години се издига огромен и прекрасно поддържан паметник. Форт Джордж и сега съществува на самия бряг на езерото и реката, възстановен в предишния си вид (укрепление оградено с висока дървена стена) като музейна забележителност, над която се развява Британският флаг.

Там се намира и може би най-старият канадски град – Niagara-on-the-lake, заселен първоначално някъде към 1770 г., след освободителната война на САЩ, когато верните на британската корона заселници а също и голям брой индианци, които се сражавали на страната на Великобритания, били принудени да се преселят на север. Той сега е главно туристическа атракция, с много музеи, ресторани и няколко театъра. В началото на 19ти век обаче е бил столица на тогавашните канадски провинции. Много от сградите в Niagara-on-the-lake датират от периода 1812-1870 г. и представляват историческа ценност, включително красивото здание на Съдебната палата (Court house), което сега се използва като салон за театрални и други представления. Но поради честите нападения откъм САЩ, около средата на 19ти век се наложило столицата на новата държава да бъде преместена възможно по-далеч на север.

В тази връзка макар и без особена връзка с Университета Брок, е интересно да се разкаже историята, как именно Отава станала столица на Канада. Това станало около 1860 г., когато Канада се превърнала в единна държава, обединявайки две от дотогава самостоятелно съществуващи провин-

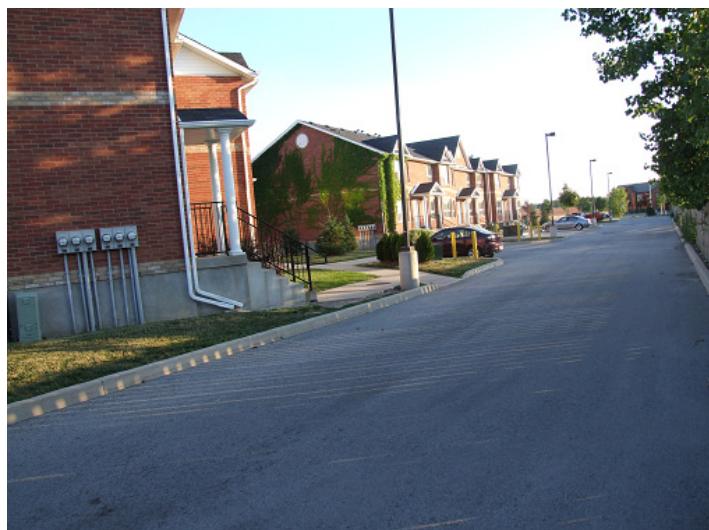


Паметникът на генерал Брок

ции. Правителството на Канада помолило кралицата на Великобритания (по това време Виктория), да определи кой канадски град да стане столица на новата държава. Поради голямата и заетост обаче, с проучванията по въпроса се засел принц Албърт Сакс-Кобург, неин съпруг. Той обиколил всички канадски градове, които кандидатствали за тази чест и били вложили много старание и средства, за да направят добро впечатление. Даже един от тях се прекръстил на Кобург, за да привлече вниманието на принца и досега се казва така. Всички очаквали че ще бъде избран някой от големите градове – напр. Торонто, Монреал и т.н. По това време Отава бил малко неуспешно дърварско селище. В него живеели предимно дървари, които сечали дървен материал в планината и спускали отсечените дървета по буйната и пълноводна река Отава, свързвайки ги в огромни салове. Но често, при преминаването по бързите на реката, саловете се разпадали и тогава дърварите се спушчали по течението, яздейки огромни борови трупи. Въобще по това време язденето на трупи по течението през бързите на реката се считало за много приятно, но и опасно приключение и спорт. Принц Албърт, известен спортсмен, също направил такова спускане по реката и бил толкова доволен а и мястото му харесало толкова много, че препоръчал на кралицата Отава да стане столица на държавата и тя се съгласила.

Но нека се върнем към нашата тема – Университета Брок. Начело на университета стои президент, който получава най-голямата заплата от няколко стотин хиляди долара (годишно). След президента по ранг и по заплата са вицепрезидентите, чийто брой непрекъснато расте и понастоящем според Дейвид е достигнал около 20. След вицепрезидентите идват деканите

(deans) на факултетите, които имат по един заместник-декан. Факултетите в Брок са 6: education, sciences, humanities, health и т.н. (засега няма медицински факултет). Дотук това са чисто административни (мениджърски) длъжности, които обикновено не се заемат от учени. Във всеки факултет има департаменти (departments). Напр. в „sciences“ има физика, химия и др. Начело на все-



Студентски общежития в Брок

ки департамент стои председател (chairman), който се избира измежду професорите от състава на департамента за срок от 4 години и понякога остава (преизбира се) за още един срок, но не повече. Никой не иска да остане по дълго на този пост, защото административната работа му отнема около 1/3 от времето и пречи на изследователската му работа (research). В департамента има професори, доценти и асистенти. Броят на професорите не е ограничен. Напр. във „физика“ и „химия“ те са по около 6. Почти няма канадци между тях – напр. в „химия“ има американец, австриец, руснак и др. Професорите и доцентите в департамента са самостоятелни – няма катедри и т.н. За постъпване в университета се участва в конкурс. Може да се обяви конкурс както за професорско място, така и (по-често) за младши сътрудник. Конкурсът е изключително тежък – явяват се десетки и дори стотици кандидати от цял свят. Системата за придвижване в кариерата на вече приетия сътрудник на университета в известна степен (поне външно) прилича на нашата. След всяка година стаж заплатата на младшия сътрудник се увеличава и след съответния брой години, ако работата му върви успешно, има повишение в степен, свързано с по-значително увеличение на заплатата. Но вече стъпката към професор е по-сложна. Човек кандидадства и трябва да премине през редица комисии, за да го изберат. Ако не успее, след известно време кандидадства отново, но ако няколко пъти се провали, става ясно че не става за професор и е принуден да се откаже. Почетната позиция Professor emeritus не се дава само за отдавна отминали заслуги към университета, а се поддържа с непрестанна изследователска активност. Напр. Дейвид има договор за значителна сума с Националната научна фондация и активно работи и публикува в сътрудничество с няколко лаборатории (партньори) в САЩ и другаде. Единствено е освободен от преподавателска работа.

Физическият департамент в Брок се занимава главно с изследвания върху проблемите на високотемпературната свръхпроводимост – както експериментално, така и теоретично.

Интересен е начинът, по който се формира заплатата (стипендията) на докторантите в университета. За да може един професор да си вземе докторант, условията са няколко. Първо, той трябва да има изследователски договор (grant), защото ~1/3 от заплащането на докторанта трябва да се осигури от този grant. Друго условие е самият университет да има съответната програма (т.е. отпуснати пари за тази цел – държавна поръчка), защото друга 1/3 от заплащането на докторанта идва от университета (главно пари, отпуснати от държавата). Последната 1/3 от заплатата на докторанта идва като заплащане на труда, който той полага, спомагайки за обучението на младите (undergraduate) студенти – напр. водене на лабораторни и други упражнения, извършване на работа в експерименталните лаборатории и пр.

Библиотеката на университета заема два етажа на централната кула. Има

общирни читални, но те поне през лятото стояха почти празни, защото практически всички нови списания се получават в електронен вид и се ползват по мрежата от персоналните компютри на служителите. За по-старите издания, които се намират само на хартиен носител, е необходимо да се отиде в библиотеката и да се направи ксеро-копие. Ако някоя книга или списание го няма в библиотеката на университета, се прави заявка и материалът се доставя до една седмица в електронен или хартиен вид от друга библиотека в Канада.

Университетът Брок притежава огромна и прекрасно обзаведена както закрита (gym) така и открита спортна база. Има зали за баскетбол, волейбол, фитнес, лека атлетика, олимпийски плувен басейн, сауна и др. (всички климатизирани), а на открито – игрища за американски футбол (football), европейски футбол (soccer), бейзбол, тенис и т.н. През лятото, когато ги няма студентите, тази база е на разположение и интензивно се използва срещу заплащане от външни лица и най-много от групи деца – родителите им ги водят всеки ден, за да спортуват под ръководството на инструктори. Обслужването на тази спортна база и заниманията с детските групи се извършва изключително от студенти на университета, които по този начин припечелят през лятната ваканция. Впрочем това се отнася и за повечето други работи по поддръжката на университета – косене на тревата, почистване, административно обслужване в многобройните бюра и офиси, свързани с функционирането на университета. Почти всички тези дейности се извършват от студенти.

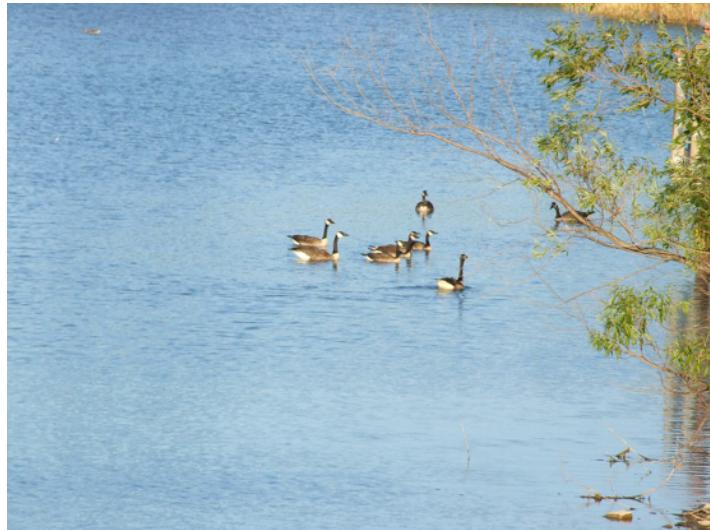
Имах възможност да науча от първа ръка каква е организацията на лабораторните упражнения на студентите от първи курс по химия в университета Брок. Благодарение на това, че споделях офиса на главния отговорник Серджо Паоне – симпатичен младеж с италиански произход, чийто баща напуснал Италия с цялото си семейство, когато той бил на 8 години, поради конфронтация с органите на католическата църква. Всяка година в химическия департамент постъпват в първи курс около 320 нови студенти (плюс около 100 на частично обучение), за които Серджо е задължен да организира лабораторните упражнения и демонстрационните експерименти към лекциите. За тази цел той всяка година пише (съставя, обновява) ръководство (manual), което се издава и печата в университета в необходимия тираж и студентите си го купуват (за около \$10). Освен това, преди започване на учебната година (началото на септември) той наема срещу съответното заплащане около 15 души, които изпълняват ролята на инструктори (supervisors) в лабораториите, по време на лабораторните занимания на студентите. За тази цел той първо търси старши (graduate) студенти, но ако те не са достатъчно, взема допълнително външни лица с необходимите познания по химия. Разбира се, съставянето на плана за тази сложна организация и провеждането на лабораторните упражнения, както и оценяването на студентите се правят от

Серджо в тясно сътрудничество със съответни професори и с председателя на департамента.

В съседство с кампуса на университета, до редиците кокетни (дървени) къщички, предназначени за студентите, се намира един грамаден и много интересен парк, чиято история си заслужава да бъде разказана, защото тя е характерна за начина, по който се решава

проблема със складирането на отпадъците в Ниагарската област. Паркът представлява един доста висок хълм, с дървета, алеи за разходка и спортуване и многобройни детски площадки със специални съоръжения за забавление и обучение. Има и доста голямо и красиво езеро. Оказва се, че на това място преди няколко десетки години е имало каменоломна, каквито има доста в Ниагарската област, поради наличието на подходяща каменна основа. След експлоатиране на каменоломната в продължение на няколко десетилетия, се оформил дълбок трап с грамадни размери. По решение на местната управа, добиването на каменни блокове от това място се преустановява, то се загражда грижливо и се превръща в сметище. Хората, живеещи наоколо не протестират, защото първо, изхвърлянето на сметта и охраняването на сметището е организирано много добре и то с нищо не смущава живота им и второ, защото знаят, че един ден там ще има парк и мястото няма никога да бъде застроено. Действително, когато издълбаният трап се запълни и на него място се натрупа планина от смет, официално се прекратява използването на сметището и започва неговото трансформиране. За тази цел, в продължение на около 10 години върху сметта се трупа пръст, засаждат се дървета, храсти, трева, правят се алеи и други съоръжения.

По такъв начин се приключва цикълът каменоломна-сметище-парк, като последният остава за вечни времена. Сега въздухът в парка е много чист, езерото е чисто и красиво, в него живеят огромен брой и разнообразие от животни и птици, а много хора от близо и далеч идват да се разхождат и спортутват в парка.



Езерото при парка

6 Януари, 2008

АЛЪН ТЮРИНГ – РАЗБИВАЧЪТ НА КОДОВЕ И КОДЕКСИ (Кратки въстъпителни бележки на преводача)

Няма да лишавам читателя от удоволствието да се потопи в интригата на писемата за Алън Тюринг – английският математик, логик и изключителен „кодоразбивач“ (по думите на Роджър Пенроуз). От писемата разбираме също, че Тюринг е „разбивач“ и на (морални) кодекси. Узнаваме още за съдбоносната роля на приказката за Снежанка.

За редовните читатели на *Светът на физиката* името на Тюринг не би трябвало да е изненада, защото то е пряко свързано с Хилбертовия знаменит десети проблем (съществува ли общ алгоритмична процедура за решаване на математични задачи) и с теоремите на Гьодел, на които през 2007 списанието посвети две статии (на И. Тодоров, кн. 1, 2007 и на М. Бушев, кн. 3, 2007). С помощта на абстракцията „универсална изчислителна машина“ проблемът на Хилберт се свежда до задача за спиране на машината на Тюринг, след като е изпълнила дадената команда. Тюринг доказва, че не съществува алгоритъм за задачата за спиране и така по нов начин разкрива ключови аспекти от теоремите на Гьодел.

Известен е също и „тестът на Тюринг“ (статия под заглавието „Изчислителна машина и интелект“ във философското списание *Mind*, 1950), чиято цел е да се установи дали машината наистина мисли (чуства, създава). Днес този тест (и негови варианти) играе съществена роля при търсенето на физическа теория на съзнанието (вж. статията *Какво е разумът? От гледна точка на физика* в *СФ*, 2, 1998).

Редакцията на *СФ* се надява да допълни разказа за Тюринг с изводки от любопитната книга на Ендрю Ходжис за кода *Енигма* (загадка) и за загадката, наречена Алън Тюринг.

ДА РАЗБИЕШ ШИФЪРА

(Пиеса в две действия по новелата
на Ендрю Ходжис „Алън Тюриング и Енигмата“)

Част I

Хю Уайтмор

ДЕЙСТВАЩИ ЛИЦА

Мик РОС
Алън Тюриинг
Кристофър Моркъм
Сара Тюриинг
Рон Милър
Джон Смит
Дилуин Нокс
Пат Грийн
Никос

ДЕЙСТВИЕ I

Сцена 1.

Зимен следобед

Алън Тюриинг влиза заедно с Мик РОС. Тюриинг е на около четиридесет години; облечен е небрежно; вънността му е неугледна; от време-навреме заеква. РОС носи панка; той е полицейски инспектор

ROS Господине, съжалявам, че ви накарах да чакате. Моля седнете.

TЮРИНГ сяда. ROS сяда срециу него.

Настанете се удобно. (*Отваря панката*) Е добре, хайде сега да подредим основните факти. Става дума за грабеж с взлом, станал на двайсет и трети януари, а вие сте г-н Спърлинг.

TЮРИНГ Не – Тюриинг.

ROS Моля?

TЮРИНГ Името ми е Тюриинг, не Спърлинг.

ROS Съжалявам, господине, моля за вашето извинение. Ужасно неграмотни са някои от нашите млади полицаи. (*Показва писмен документ*) Виж-

те само какъв чудовищен почерк. Би могло да се чете като Спърлинг, Спилинг, Тилинг.

Тюриング Да, но е Тюриング. (*Произнася по букви*) Т-Ю-Р-И-Н-Г.

Рос (записвайки) Алън Матисън Тюриング. Нали така?

Тюриング Да.

Рос Хубаво. Мик Рос. Полицейски инспектор.

Тюриング Радвам се да се запознаем.

Рос Аз също, господине. (*Гледа в папката с документи*) Живеете в Холимийт, Адлингтън Роуд, Уилмслоу?

Тюриング Да.

Рос И работите н университета на Манчестер?

Тюриング Да.

Рос Така че сте професор Тюриング?

Тюриング Г-н Тюриング е напълно подходящо.

Рос Хубаво. (*Вглежда се в Тюриинг*) Не сте северняк по рождение?

Тюриинг Не.

Рос Така си и мислех. От колко време сте тук?

Тюриинг Четири години; от хиляда деветстотин четиридесет и осма.

Рос (записвайки) Необичайно име е това, Тюриинг. Не мисля, че съм го срещал по-рано.

Тюриинг Шотландско.

Рос А-ха. Кой край?

Тюриинг Не разбирам...

Рос От кой край на Шотландия идвate?

Тюриинг Не, аз, хъм – Тюриингите са от шотландски произход -

Рос Разбирам.

Тюриинг – преместили са се в Англия преди известно време.

Рос Преди вашето раждане?

Тюриинг През седемнадесети век, ако не се лъжа.

Рос Аа, добре. (*Леко се засмива, след което се вглежда в папката*) А сега, господине, за този взлом: можете ли да mi кажете точно какво се е случило?

Тюриинг Ами, както вече обясних на полицая, в сряда вечерта се върнах вкъщи и видях, че е направен взлом

Пауза

Рос Да...?

Тюриинг Позвънихи в полицията, след което направих списък на нещата, които липсват – или изглежда, че липсват.

Рос (*Показва на Тюриинг лист хартия*) Това ли е вашият списък?

Тюриинг Да.

Рос Риза, пет ножа за риба, чифт туидови панталони, три чифта обувки, компас, електрическа бръсначка и полууправна бутилка шери. Не е голям улов.

Тюриng Не, аз не, ъ.ъ...

Рос Да, господине?

Тюриng Аз живея много просто. Вещите, *per se*, имат много малко значение за мен.

Рос Вещите какво, господине?

Тюриng Какво?

Рос Не чух какво казахте.

Тюриng Вещите, *per se*, сами по себе си.

Рос А, да. (*Сочи към доклада*) И така вие сте казал – казал сте на полиция – казал сте, че имате известна догадка за това кой би могъл да е извършил престъплението. Така ли е?

Тюриng О, да.

Кратка пауза; Рос чака.

Мисля, че името му е Джордж.

Рос Джордж...?

Тюриng Да.

Рос Джордж чий?

Тюриng Не знам.

Рос Кой е този човек? Вие познавате ли го?

Тюриng Не.

Рос Можете ли да го опишете?

Тюриng Не, никога не съм го виждал.

Рос Но знаете неговото име?

Тюриng Е да, някой ми го каза.

Рос Каза ви какво, господине?

Тюриng Че този човек Джордж би могъл да е взломаджия.

Рос Кой ви каза?

Тюриng Добре, хъм – един млад мъж дойде пред входа. Той продаваше някои неща. Четки или нещо такова. Та той ми каза да внимавам, защото, хъ... чул, че някой говори за кражба с взлом. Планирал се взлом, разбирайте ли. Той подслушал нечий разговор.

Рос (*учудено вдига вежди*) Чул е, че този човек Джордж подготвя някакъв план да ограби дома ви?

Тюриng Не конкретно моя дом, не. Някоя къща от съседството. Или нещо от този род. Така ми беше казано. Този млад мъж – продавачът на четки – той каза, че познавал человека, който говорел, Джордж. Той го разпознал, разбирайте ли. И хъм... е добре, това е всичко, така е.

Рос Къде е ставал разговорът?

Тюинг Какъв разговор?

Рос Разговорът, който този млад мъж е подслушал.

Тюрин В една пивница, струва ми се.

Рос В пивница?

Тюрин Така мисля, да.

Ros се мръщи

Рос Озадачен съм, г-н Тюинг. Как се е стигнало до такъв разговор? И защо този продавач на четки е решил да ви разкаже за разговор, който той е дочул в някаква пивница?

Тюинг Ами, предполагам... предполагам, за да ме предупреди.

Рос Това е много странно, не мислите ли?

Тюинг Странно...?

Рос Странно е, че се е случило такова нещо.

Тюинг Така ли?

Рос Аз бих разсъдил така. Защо вие не уведомихте полицията навреме?

Тюинг Изобщо не ми беше минавало през ума. Искам да кажа, това беше споменато само между другото. Той просто каза да внимавам, да си отварям добре очите. Аз не обърнах особено внимание на това, така беше.

Рос Ммм. (За момент се замисля) Кога дойде той у дома ви?

Тюинг Преди три или четири седмици.

Рос За кого работеше той,помните ли?

Тюинг Нямам представа.

Рос Какъв вид четки продаваше той?

Тюинг Може и да не са били четки. Не помня.

Рос Би било от полза, ако си спомните.

Тюинг Да, ще опитам.

Рос Ще ви моля да опитате.

Телефонът звъни

Извинете ме, господине. (*Вдига слушалката*) Ало, Рос... Да? ... Кога? ... Точно така. (*Поставя обратно слушалката и взима папката*) Съжалявам, господине – малък проблем. (*Става*) Ще държим връзка, нали? Един от младежите ще ви изпрати.

Ros излиза

Осветлението се променя: летен следобед

Сцена 2

Влиза Кристофър Моркъм; той е на около седемнайсет години и е облечен в училищна униформа

Крис Той не би трябвало никога да лъже; това беше голямата му грешка. Имам много ясни представи за това кое е правилно и неправилно и да се лъже винаги е неправилно.

Тюинг Вероятно е бил изплашен.

Крис Разбира се, че е бил изплашен. Той е опитал с измама да вземе изпита си по латински; знаел е, че ще бъде заловен, знаел е, че ще бъде наказан. Но с лъжа всичко стана стократно по-лошо.

Чува се гласът на Сара

Сара (отдалеч) Алън! Алън!

Тюинг О, боже, това е майка ми.

Влиза Сара; облечена е в дрехи, каквито са се носели към края на 1920-те години.

Сара А, ето те. Извини ме, моля те. Виждаш ли, стори ми се, че чух звънца на външната врата, но не бях съвсем сигурна, бях излязла в градината. Моля те да ме извиниш.

Кратка, доста неловка тишина.

Алън, скъпи, няма ли да представиш своя приятел?

Тюинг (без особено желание) О, съжалявам, това е Кристофър Моркъм.

Сара Здравей, Кристофър.

Крис Здравейте, г-жо Тюинг.

Сара Приятно ми е най-после да се запозная с теб. Алън ми е говорил толкова много за теб, а аз все му отговарях: „Покани Кристофър у нас през някой от почивните дни“; но никога не предполагах, че той наистина ще направи това. Каквото и да си говорим, но той винаги се старае да държи училищните си приятели само до себе си. Струва ми се, че той вероятно се срамува от нас.

Тюинг се мръщи; Крис отваря щастливо усмивка

Добре ли пътува?

Крис Да, благодаря. Влакът беше почти празен.

Сара О, много добре. (Гледа усмихнато към него) Седни, ако обичаш. Седни тук, до мен.

Крис Благодаря.

Сара и Крис сядат до масата

Сара Алън казва, че семейството ти има дом в града.

Крис А, той е много малък; близо е до гара Виктория. Майка ми го използва като ателие.

Сара Ателие?

Крис За своите скулптури. Тя прави скулптури и разни такива.

Сара Много интересно.

Крис А, не особено.

Сара Как да не е? За мен би било много вълнуващо да имам майка, която е ваятел.

Крис Фактически това е само нейно хоби. През повечето време тя се грижи за козите.

Сара Какви кози?

Крис У нас имаме ферма за кози.

Сара Близо да гара Виктория?

Крис А не, на село. Нашият истински дом е в Устършир.

Сара Много харесвам Устършир – градината на Англия.

Тюинг Майко, това е Кент.

Сара (не обръща внимание) Често си мисля колко хубаво би било да прекарвам повече време в тази област, но, разбира се, това не беше възможно. Казвал ли ти е Алън за нашите пътувания?

Крис Не.

Сара Е, добре. Моят съпруг беше в индийската администрация. Той сега е пенсионер. Влошено здраве. Но в продължение на години ние бродехме из Индия: Безуада, Мадрас, Кърнул, Чатрапур. Алън беше почти роден в Чатрапур.

Тюинг Как можеш да си почти роден някъде? Това няма смисъл.

Сара (раздразнено) О, Алън, моля те.

Тюинг Погледни на това логично.

Сара Много ми се иска да не говориш така.

Тюинг Как така?

Сара Знаеш колко ми досажда това. (Към Крис) Алън понякога е много невъздържан. Аз съм сигурна, че ти си много повече уравновесен.

Крис Ами аз, такова...

Сара (не изчаква) Все пак радвам се, че се сприятелихте така силно. Без

трайно уравновесяващо влияние едно умно момче може твърде лесно да се превърне в интелектуален неврастеник.

Тюриng (язвително) Благодаря ти, майко.

Сара Няма нищо обидно, това е твърде реална опасност. (*Към Крис*) Колко дълго си бил в Шерборн?

Крис Една година повече от Тюриng. (*Поправя се*) Алън.

Сара Харесва ли ти там?

Крис Много.

Сара Изборът на правилното училище е извънредно важен, съгласен ли си? И аз съм с прекрасни впечатления от Шерборн.

Тюриng Не е чак толкова великолепно.

Сара Разбира се, че е. (*Гледа разгневено*) Какво не е наред с него?

Тюриng Ами например това, че не смятат математиката за сериозен предмет.

Сара Не мога да повярвам в това.

Тюриng Така е. Знаеш ли какво каза класният ни оня ден? „Тази стая вони на математика“ – каза той, гледайки право към мен, – „излез навън и потърси дезинфекциращ спрей“.

Крис се засмива

Сара Шегувал се е.

Тюриng (Не обръща внимание) Той мрази всичко, което има нещо общо с математиката или природните науки. Веднъж каза – при това съвсем сериозно, – каза, че немците са загубили Голямата война, защото са смятали, че науката е по-важна от религията.

Сара Обучението по математика не е единственият начин да се съди за нивото на едно училище.

Тюриng За мен това е важно.

Сара О, Алън. (*Към Крис*) Предполагам, че ти споделяш неговия ентузиазъм за смятане и наука?

Крис О, да. Напълно. И е чудесно да можеш да работиш с човек като Алън. Той разказал ли ви е за нашите експерименти?

Сара Само малко. Не беше ли нещо за йода?

Тюриng Йодити и сулфати.

Крис Опитахме се да изучим след какво време става рекомбинацията на йоните.

Сара Да, боя се, че това е далеч над моите възможности да го разбера. Забавно е, но е така. Същото беше с онази теория, за която Алън ми разказваше (*Към Тюриng*) – как беше? – е, онзи човек с еврейското име.

Тюриng Айнщайн.

Сара А, да, Айнщайн. Не можах да разбера нищичко от нея, нито една дума. А много ми се иска да можех. Твоето семейство разбира ли ги тези неща?

Крис О, да, напълно.

Тюинг Братът на Моркъм е учен. Те имат своя собствена лаборатория у дома си.

Сара Наистина ли?

Тюинг И той има свой собствен телескоп.

Сара Така ли? Това е забележително.

Крис Това е прекрасно, г-жо Тюинг, направо фантастично. Преди една нощ (към Тюинг) – не знам казах ли ти – онази нощ аз успях да наблюдавам как един от спътниците на Юпитер излиза от затъмнение. Беше невероятно.

Тюинг Поразително!

Крис Беше удивително ясна нощ. Абсолютно безоблачна. Струваше ми се, че бродя из космоса. Юпитер, Сириус, Бетелгейзе, мъглявината Андромеда. Направо ти спира дъха. Необятните простори на сътворението.

Тюинг Невероятно.

Сара Трябва да кажа, че всичко това звучи много вълнуващо. Но аз много се надявам, че ти не караш семейството ти да се плаши, както прави Алън.

Тюинг раздразнено въздъхва

Крис Как така да ги плаша?

Сара Миналия четвъртък той стана в три часа сутринта. Не мога да си представя защо. Аз се събудих и чух стъпки по стълбището. Бях сигурна, че са крадци, и мъжът ми вече се канеше да телефонира в полицията, когато разбрахме, че това е само Алън.

Тюинг Правех карта на съзвездията.

Сара Понякога ми се иска той да се интересува от колекциониране на марки или от моделиране на парни машини, подобно на брат си.

Тюинг недоволно пуфти; Сара се изправя; Крис я последва

Хайде да пием чай, искате ли? (Към Тюинг) Но моля ви, измийте си ръцете, целите са в мастило. (Към Крис) Каза ли ти Алън за братовчеда на моя дядо? Той беше учен. Той е изобретил електрона.

Тюинг Не го е изобретил, майко; електроните съществуват, тях не можеш да ги изобретиш.

Сара Добре де, намерил ги е, открил ги е или каквото да е там. Той беше редовен член на Кралското общество. Много известен. (Към Тюинг, излизайки) Измий си, моля те, ръцете.

Сара излиза

Тюинг прави гримаси към Крис

Тюинг Съжалявам, Моркъм. Човек не може да избере собствената си майка.

Крис (с усмивка) Всичко е наред.

Тюинг пристъпва към Крис

Тюинг Знаеш ли какво ми се иска?

Крис Какво?

Тюинг Това да е моята къща. Моята собствена къща. Тогава с теб бихме могли да живеем заедно тук, ти и аз. Щяхме да имаме свои собствени стаи, свои собствени лаборатории. Щяхме да работим заедно. Да си споделяме всичко. Това би бил прекрасен живот.

Крис гледа към Тюинг

Крис Да. Да така е.

Сара (Отдалеч) Хайде, Кристофър!

Крис Мисля да си тръгвам.

Тюинг Крис.

Крис изчаква

Благодаря ти, че ме навести.

Крис се усмихва

Крис Не забравяй да измиеш ръцете си.

Крис излиза

Осветлението се изменя; зимна вечер.

Сцена 3

Тюинг седи на масата

Влиза Рон Милър; той е на около двайсет години, от северните райони, прилича на човек от работническата класа; държи чаша с бира. Гледа към Тюриング, колебае се за момент, след което пристъпва към неговата маса.

Рон Седи ли някой тук?

Тюриинг Не.

Рон сяда, отпива от бирата, оглежда се наоколо

Рон Кротко е тази вечер.

Тюриинг Да. Много.

Рон Всички кръчми са еднакви. Току що бях в Главата на краля. Същото като тук. Няма жива душа.

Тюриинг Може би е заради времето.

Рон Да. Кучешки студ.

Тюриинг Истинско коледно време.

Рон Проклета Коледа. (*Отпива*) Коледа в Манчестер; пълна скръб.

Тюриинг се засмива

Тюриинг Видях те тук миналата седмица.

Рон А, възможно е. Да, аз често идвам тук. Не знам защо. Кротко е като в гробница. (*Отпива*) Трябваше да си остана в Главата на краля. Там поне имат музикален автомат. Това малко освежава. Всички последни хитове: Джони Рей, Гай Мичъл, Франки Лейн. (*Пауза*) Все пак тук подхожда.

Тюриинг Подхожда за работа ли?

Рон А не – само – разбиращ ли – подхожда.

Тюриинг Къде работиш?

Рон Не работя. Не сега. Работех, правех рамки за очила. Тогава проклетото правителство започна съкращенията. Вече няма безплатни зъби и очила по Националното здравеопазване. И работата ми се изпари. Хайде сбогом, ми казват – изчезвай оттук.

Тюриинг Лош късмет.

Рон На мен ли го казваш. Стоя вкъщи като вързан. Не е много весело. (*Pie*) А при теб как е?

Тюриинг Имам собствено жилище.

Рон Имах пред вид работата ти.

Тюриинг В Университета съм.

Рон Малко си възрастен за това, не мислиш ли?

Тюриинг Аз съм в персонала на Университета.

Рон Преподавател ли си?

Тюринг Не съвсем, занимавам се, хъм..., занимавам се с изследвания.

Рон От какъв вид?

Тюринг Научни. Математика. В действителност се опитвам да построя особен вид машина. Това, което хората наричат Електронен мозък.

Рон (*Взира се в Тюринг*) Дявол да го вземе, това звучи малко като...

Тюринг Като какво?

Рон Звучи като оня филм.

Тюринг Кой филм?

Рон Майкъл Рени. Гледах го, когато слизах до Лондон. Майкъл Рени и никакъв вид робот. (*Припомня си*) Денят, в който земята спря неподвижно. Гледал ли си го?

Тюринг Не.

Рон Адски готин. (*Оттива*) И какво прави това нещо, дето ти правиш?

Тюринг Задаваш му задачи – математически задачи – и то ги решава много бързо.

Рон Колко бързо?

Тюринг Много, много бързо. Много по-бързо, отколкото може човек.

Рон Като сметачна машина?

Тюринг Не, това е нещо много повече. Опитваме се да направим машина, която може да научава разни неща и накрая да се научи сама да мисли.

Рон Сама да мисли...?

Тюринг А защо не?

Рон Дяволска работа.

Тюринг Това не е робот – но не е и истински мозък. Поне не е като човешкият мозък. Това е нещо, което наричаме дигитален компютър.

Рон е силно впечатлен

Рон И това ти го измисли, така ли?

Тюринг Нещо такова.

Рон Трябва да е много интересно, да работиш такова нещо.

Тюринг Наистина е.

Рон Сигурно падат и добри пари, мога да се обзаложа.

Тюринг Не се оплаквам.

Рон пие

Рон Веднъж си въобразих, че ще стана химик. Тогава трябва да съм бил около четиринайсет. Не знам защо. Просто ме забавляваше тази идея.

Тюринг Опита ли се да направиш нещо по въпроса?

Рон Купих си химически набор. Издуха проклетите прозорци. Така свърши.

Тюинг се засмива. Рон пие

Тюинг Виж, хъм...искаш ли нещо да хапнеш? Отсреща има едно кафе-не.

Рон Не, няма да мога, не сега...

Тюинг (бърза да реагира, не иска да бъде срязан) Добре.

Кратка пауза. Рон гледа към Тюинг

Рон Какво ще кажеш за някой друг път?

Тюинг Да, добре. Кога?

Рон Все ми е едно.

Тюинг Към края на тази седмица?

Рон Щом искаш.

Тюинг Какво ще кажеш за петък вечерта?

Рон Хубаво.

Тюинг Ела у нас.

Рон (след кратко колебание) Добре.

Тюинг вади от джоба си късче хартия и написва адреса си

Тюинг Това е адресът. Ела у дома. (*Дава листчето на Рон*) Знаеш ли къде е това?

Рон Мога да го намеря.

Тюинг Ела към седем. Ще сготвя за теб вечеря.

Рон Добър готвач си, така ли?

Тюинг Доста добър. (*Смее се*) Как се казваш?

Рон Рон.

Тюинг Аз съм Алън.

Рон изпива бирата си; става

Рон Хубаво, Алън – ще се видим в петък.

Тюинг Към седем.

Рон Към седем.

Тюинг Ще удържиш на думата си, нали?

Рон (*хили се*) Ще дойда.

Рон излиза

Светлините се изменят; зимна утрин

Сцена 4

Влиза Рос

Рос Имаме малък проблем с този продавач на четки, за който ни говорехте.

Тюриng Така ли?

Рос Разговаряхме с някои от вашите съседи. Никой друг освен вас не го е виждал. Не разбираам това.

Тюриng Възможно е да ги е нямало, когато той е минавал.

Рос Всички ли?

Тюриng Не е изключено.

Рос А също проверихме местните фирми за домашни потреби. Нито една от тях не е имала продавач, който да е работел във вашия район.

Тюриng Е, както казах, аз може и да съм съркал.

Рос Относно какво?

Тюриng За това, което той е правел, което е продавал.

Рос Не ми се вярва да сте направили такава грешка, господине. Вие трябва да сте разговаряли с него няколко минути. Най-малко. Не е ли така?

Тюриng Доколкото си спомням, мисълта ми беше заета с други неща...разбираете ли, работех и тъх...е, честно казано, не се спомням много неща за него.

Рос Как изглеждаше той? Вие трябва да си спомняте как е изглеждал.

Тюриng Не съвсем. Младенец. Обикновен. Наистина не му обърнах много внимание.

Рос Не сте му обърнали внимание, така ли, господине?

Тюриng Ами не.

Рос А защо не?

Тюриng В края на краишата той беше само пътуващ търговец.

Рос Даже така да е...целият този разговор за крадци и подозирателни личности – аз лично бих се погрижил да запомня как той изглежда.

Тюриng Може би, защото сте полицай.

Рос Възможно е.

Тюриng Както и да е, с какво той е толкова важен? Ясно е, че вас трябва повече да ви интересува самият крадец.

Рос Да предположим, че той не е бил продавач на четки. Да предположим, че той е имал някаква връзка с обира.

Тюриng (*със сянка на смущение*) Какво ви кара да мислите така?

Рос Възможно е даже той самият да е бил крадецът. Това е стар номер: позвънява на вратата и ако никой не отговаря, влиза в къщата. Историята за продавача на четки е само за камуфлаж.

Тюриng Това няма смисъл.

Рос Защо не?

Тюриng Ако той е участвал в обира, защо би се преструвал, че ме предупреждава?

Рос (*свива рамене*) Хората правят смешни неща.

Тюриng О, вижте, това е нелепо. Струва ми се, че аз правя от мухата слон. Загубата ми не е голяма, е, почти никаква. Не знам защо трябваше да съобщавам за това.

Рос Доволен съм, че постъпихте така, господине. За зсички престъпления трябва да се съобщава – били те големи или малки.

Тюриng Всичко това изглежда толкова тривиално.

Рос Как така тривиално?

Тюриng Не мислите ли?

Рос А, това вече е наш проблем, така че вие не се беспокойте. Съгласен ли сте?

Тюриng (*кимва неохотно*) Щом казвате.

Рос Хубаво. (*Отива към вратата*) Ако си спомните нещо – колкото и тривиално да ви се струва – ще съм благодарен да ми го съобщите.

Тюриng Добре.

Рос отваря вратата пред Тюриng

Рос Нали няма да напускате Манчестер, господине?

Тюриng (*миращ се*) Какво имате пред вид?

Рос Просто в случай, че се наложи да говорим.

Тюриng О не-не, не...е, през следващата седмица ще бъда в Лондон, само за ден-два.

Рос Кога?

Тюриng Вторник и сряда. Ще участвам в едно радиопредаване.

Рос О, наистина ли?

Тюриng Беседа, разбирате ли, обсъждане.

Рос На каква тема?

Тюриng А, машини. Могат ли машините да мислят? Възможно ли е да се построи машина, която да е способна сама да мисли?

Рос Звучи интригуващо. Кога ще се излъчва?

Тюриng Вторник вечерта, осем часа.

Рос Добре, ще слушам предаването. Сигурен съм, че ще заинтересува мнозина. (*Хваща ръката на Тюриng и легко я разтърсва*) Благодаря ви много, г-н Тюриng. Ще ви позвъня, ако има нещо интересно.

Тюриng Благодаря.

Тюриng излиза. Влиза Джон Смит: средна възраст, носи тъмен костюм; говори с властен глас, проличава висша класа.

Смит Какво мислиш?

Рос Що за шега – той да говори по радиото с това негово пелтечено.

Смит Относно обира.

Рос Не съм сигурен, господине. Някак не се връзват нещата, той не ни казва всичко.

Смит Смяташ ли, че лъже?

Рос Мисля, че не е изключено.

Смит размисля за момент, след което се отправя към вратата; Рос го следва

Смит Дръж ме в течение на това нещо. Началникът ти знае къде да ме намери.

Рос Да, господине.

Смит Пипай внимателно, Рос, внимателно и дискретно. Има някои тревожни обстоятелства. Външвото министерство иска да се избегне каквото и да е усложнение.

Рос (изненадан) Не знаех, че той има взимане-даване с Външно министерство.

Смит Станал е тихен човек по време на войната. Голяма риба е този наш г-н Тюриг. Уинстън направо го превъзнеса.

Смит и Рос излизат

Сцена 5

Тюриг влиза заедно с Дилуин Нокс. Нокс е на около шейсет; питомник на Итън и Кинс колидж; ходи с легко накуцване; носи дебела папка

Нокс Така че вие успяхте да ни намерите?

Тюриг Да, благодаря, без никакви затруднения.

Нокс Глупав въпрос, наистина. Щом вече сте тук, вие, разбира се, сте ни намерили. (*Поставя папката върху маса*) Точен до минутата. Браво. В наше време това е истинско постижение. Ако само Чърчил можеше да откъсне лист от книгата на Мусолини и да накара влаковете да спазват разписанието. Кой влак хванахте?

Тюриг Фактически аз пристигнах тази сутрин.

Нокс Тази сутрин?

Тюриг Не исках да закъснявам.

Нокс Бил сте тук цял ден?

Тюриng Да.

Нокс О, боже, истински съжалиявам. Блечли няма много какво да предложи – както вероятно сам сте се убедил.

Тюриng Отидох на кино.

Нокс А, много добре. Тук друго няма какво да се прави. Какво гледахте?

Тюриng Мултипликационен филм: *Снежанка и седемте джуджета*.

Нокс Мисля, че съм го гледал; водих една от племенниците си. Нямаше ли там една зла магьосница?

Тюриng Да, тя дава на Снежанка отровена ябълка.

Нокс Не ми казвайте, че има нещастен край.

Тюриng Не, тя се събужда в ръцете на красив принц. Наистина е много вълнуващо.

Нокс Така ли?

Тюриng Е, сантиментално погледнато.

Нокс Очевидно аз много не съм внимавал. Трябва някога да отделя време и пак да го гледам.

Сяда. Сяда и Тюриng.

Сигурно се чудите за какво е всичко това.

Тюриng Зная вашата репутация на човек, който разгадава кодове, г-н Нокс, и затова предположих, че има някаква връзка с работата ви тук по дешифриране.

Нокс А. Значи сте чул за това.

Тюриng Немного. Само отделни приказки.

Нокс От какъв род приказки?

Тюриng Между колегите ми в Кеймбридж.

Нокс е видимо смутен

Нокс Предполага се, че всичко това е извънредно секретно, това място – наистина извънредно секретно. Което обяснява телената мрежа, военната охрана, пропуските и така нататък.

Тюриng Да, рабирам това.

Нокс Всъщност вие как влязохте? Казаха ли ви паролата?

Тюриng Показах вашето писмо.

Нокс А, хубаво, добре сте се сетили. Аз постоянно правя ужасни бъркотии с тези глупави игри на пароли. Сигурно възрастта си казва думата.

Тюриng В какъв смисъл?

Нокс Отслабване на паметта. Ние всички живеем прекалено дълго, това е целият проблем: способностите намаляват, тялото се разпада, умът се разла-

га. Моят адвокат казва, че за това са виновни зъболекарите. Той смята, че Природата ни е предопределила да умираме веднага щом зъбите ни опадат; но благодарение на напредъка в зъболечението ние се довлачваме до немощни и жалки стариини. (*Кратка пауза*) Да...?

Тюинг Нищо не съм казал.

Нокс За какво говорех?

Тюинг За пароли.

Нокс А, да. От нас се очаква да наричаме това място „Станция X“, но, разбира се, всеки знае, че това е Правителствена школа за кодиране и дешифриране – ПШКД, което на шега наричат Практикум по шах, карти и домино.

Смее се; Тюинг се засмива; Нокс разтваря папката

Ще трябва да привикваш с мен, Тюинг; аз не съм чиновник, нито съм математик, но тъй като е твърде вероятно двамата да работим заедно, голямото началство смята, че ние трябва да проведем нещо като разговор за опознаване. Съгласен ли си?

Тюинг Разбира се.

Нокс Много добре. (*Сочи една папка*) Това е твоето досие. Аз ще поглеждам в него от време на време. Няма защо това да те смущава.

Тюинг Не ме смущава.

Нокс Хубаво. (*Гледа в папката*) И така учили си в Шърборн, Кеймбридж (с известна изненада) – а после Америка: от хиляда деветстотин трийсет и шеста до хиляда деветстотин трийсет и осма; две години в Америка. Как беше там? Хареса ли ти Принстън?

Тюинг А, да, там беше...да.

Нокс „Харесвам“ едва ли е точната дума, струва ми се.

Тюинг Не, не, в действителност там беше много приятно – в някои отношения. Но също и малко странно, докато свикнах с тези неща.

Нокс В какъв смисъл странно?

Тюинг О, в най-различен смисъл: особени дрехи, особена храна, особени начини на говорене. Когато им благодариш за нещо, американците винаги казват: „Добре си дошъл“. Отначало това ми се струваше очарователно – мислех, че те наистина ме смятат за добре дошъл. Но фактически това е само разговорен шаблон; връща ти се като хвърлена срещу стената топка – много е дразнещо.

Нокс Аха.

Тюинг И това те казват много често.

Нокс Казват какво?

Тюинг „Аха“. Когато не могат да измислят подходящ отговор, а смятат, че мълчанието им ще бъде нетактично, тогава те обичат да казват „Аха“.

Нокс (*Безцеремонността на Тюриng леко го смущава*) Разбирам. Забавно е. Точно какво правеше там?

Тюриng Хъм...да, току що бях публикувал статия със заглавие „Върху разрешимите числа“ и можех да развия някои от идеите в нея, а също ъ...разни други неща, разни други насоки на изследване.

Нокс Всичките ли са свързани с математиката и логиката?

Тюриng Да.

Нокс Да. (*Обръща страница*) А твойт интерес в кодирането и дешифрирането – той как започна?

Тюриng Това, струва ми се, винаги ме е интересувало, още откакто бях момче. В училището получих награда – книга, озаглавена *Математически развлечения и разкази*. Там имаше раздел за криптографията. Това ме заинтригува и насочи интереса ми към шифрите. А после, значително по-късно – когато се върнах от Америка – ми дойде на ума, че моите идеи в математиката и логиката биха могли да се приложат към шифроването. Това, разбира се, породи нещо като дилема.

Нокс Защо?

Тюриng Разбрах, че такива умения биха станали ценни за армията, ако се започне война. Смущаваха ме моралните последствия от предаването на мое, ъъть – интелектуално оръжие – в ръцете на правителство, което воюва.

Нокс Успя ли да разрешиш тази дилема?

Тюриng Ами, щом съм тук. Това не отговаря ли на вашия въпрос?

Нокс Не непременно. Разбирам, че си бил симпатизант на антивоенното движение в Кеймбридж.

Тюриng Да, през 1933.

Нокс Би би нарекъл себе си пацифист?

Тюриng Не, не бих.

Нокс Променил си възгledа си?

Тюриng Не, винаги съм мислел, че някои войни могат да бъдат оправдани.

Нокс Оправдани как?

Тюриng В крайна сметка като по-малкото зло. Хитлер ни докара до тази крайна сметка.

Нокс Така че според теб тази война е необходимо зло?

Тюриng Преди всичко за мен тази война е най-злощастното прекъсване на моята работа Но също – да, прав сте – аз действително я възприемам като необходимо зло.

Нокс Какво ще кажеш за лоялност към своята страна – чувството за дълг – имат ли тези понятия някакво значение за теб?

Тюриng (*настърхвайки*) Мога да кажа, че Англия и всичко английско означават за мен извънредно много, но когато чуя някой да апелира към

моето чувство за патриотизам, усещането ми е, че съм принуждан да правя нещо, което не желая. (*Твърдо*) Дойдох тук, защото реших за себе си какво трябва да правя при сегашните обстоятелства. Работата ми се струва интригуваща. Смятам, че по-полезен ще бъда тук отколкото на бойното поле.

Нокс Едно предупреждение. Не си въобразявай, че характерът на нашата работа ще те предпази от моралната отговорност за убийствата и разрушенията. Понякога се налага да бъдат взети много трудни решения. Какво мислиш по този въпрос?

Тюриng Винаги съм се стремял, при това много силно, да поемам морална отговорност за онова, което правя.

Нокс Хубаво. (*Лека усмивка*) Много хубаво! (*Справя се с папката; обръща страница*) Представени ми бяха някои подробности относно вашата работа, г-н Тюриng, и трябва да кажа, че по-голямата част от нея за мен е почти съвсем неразбираема.

Тюриng Това едва ли е учудващо.

Нокс Знаех доста неща за матеманиката, когато бях млад, но това е, как са кажа, стъписващо. (*Прелиства досието*) Да вземем за пример... ето това тук: „Върху разрешимите числа с приложение към *Ent-scheid-ungs-prob-lem*“. (*Вдига глава и гледа към Тюриng*) Може би ти ще mi разкажеш нещо за това.

Тюриng Какво да ви разкажа?

Нокс Ами каквото и да е – по няколко обяснителни думи – с обикновени термини.

Тюриng е развеселен

Тюриng Няколко обяснителни думи?

Нокс Да.

Тюриng И в обикновени термини?

Нокс Ако е възможно.

Тюриng Става дума за вярно и невярно. В най-общи термини. Статията е за математическа логика и е доста техническа; но тя е също така за трудността да се прави разлика между вярно и невярно. (*Кратка пауза*) Хората мислят – повечето хора мислят, – че в математиката ние винаги знаем кое е вярно и кое е невярно. Не е така. Вече не е така. Това е проблем, който вълнува математиците четиридесет или петдесет години. Как да различим вярното от невярното? Берtrand Ръсел написа огромна книга по този въпрос: „*Principia Mathematica*“. Идеята му беше да разбие всички математически понятия и съждения на малки части и след това да покаже, че те могат да се изведат с помощта на чиста логика; но нещата не ставаха по този начин. След много години напрегнат труд всичко, което той успя да направи, беше да покаже, че е извънредно трудно да се осъществи нещо подобно. Но това

беше много важна книга. Важна и влиятелна. Тя оказа влияние както върху Давид Хилберт, така и върху Курт Гьодел. (*Кратко отклонение*) Прилича донякъде на онова, което физиците наричат разцепване на атома. Както анализът на физическия атом доведе до откриването на нова физика, по същия начин опитът да се анализират тези математически атоми доведе до нов вид математика. (*Връща се към основната нишка на обяснението си*) Хилберт придвижи всичко това цял етап напред. Не вярвам името му да ви говори нещо много, ако изобщо означава нещо за вас; е, така стават нещата, така е в живота: хората като че ли никога не научават имената на истински велики-те математици. Хилберт разгледа проблема от съвсем различен ъгъл, след което заяви: ако ще имаме някаква фундаментална система за математиката – подобна на тази, която Ръсел опитваше да развие, – тя трябва да удовлетворява три основни изисквания: съгласуваност, пълнота и разрешимост. Съг-ласуваност означава, че в твоята система никога няма да се натъкнеш на противоречие; с други думи никога нява да можеш, следвайки правилата на своята система, да покажеш, че две и две прави пет. Пълнотата означава, че ако дадено твърдение е вярно, трябва да съществува начин то да бъде доказано, като се прилагат правилата на твоята система. А разрешимостта означава, че трябва да съществува някакъв метод, някаква определена процедура или тест, който може да се приложи към произволно дадено твърдение и който ще определи дали твърдението е доказуемо или не. Хилберт мислеше, че налаганият набор от изисквания е напълно разумен; но само в рамките на няколко години Курт Гьодел показва, че няма математическа система, която да е хем съгласувана, хем пълна. Той постигна това, като построи математи-ческо твърдение, което гласеше: „Това твърдение не може да бъде доказано“. Това е класически парадокс: „Това твърдение не може да бъде доказано“. Е добре, то или може, или не може. Ако може да бъде доказано, имаме противоречие и системата е несъгласувана. Ако не може да се докаже, тога-ва твърдението е вярно – но то не може да се докаже; което означава, че системата е непълна. Следователно математиката е или несъгласувана, или е непълна. Това е една красива теорема, много красива. Мисля, че Гьоделова теорема е най-красивото нещо, което познавам. Но въпросът за разре-шимостта си оставаше все така отворен. Както вече казах, Хилберт смяташе, че трябва да съществува един-единствен, ясно определен метод за разрешаване дали математическите твърдения са доказуеми или не. Проблема за разрешаването той нарече *Entscheidungsproblem*. В моята статия „Върху раз-решимите числа“ аз исках да покажа, че за всичките тези въпроси не може да съществува единен метод за решаването им. Решаването на математически проблеми изиска неизчерпаем резервоар на нови идеи. Да се докаже такова нещо беше, разбира се, монументална задача. Налагаше се да бъде изследва-на възможността да бъдат доказани всички математически твърдения – ми-

нали, настоящи и бъдещи. Как, за бога, да бъде направено това? В крайна сметка една дума ми даде ключа към решението. Говореше се за възможността да съществува механичен метод – метод, който би могъл да се приложи механично към решаването на математически проблеми, без да се налага човешка намеса или изобретателност. Машина – това беше решаващата дума. Така създадох идеята за машина – машината на Тюринг, която да е способна да изучава математически символи – да ги чете, ако щете, – да разчете дадено математическо твърдение и да стигне до заключение дали това твърдение може да бъде доказано или не. С помощта на тази идея аз успях да докажа, че Хилберт греши. Моята идея проработи.

Нокс Ти наистина ли построи тази машина?

Тюринг Не, не – това е въображаема машина, нещо като Айнщайновите мислени експерименти. Самото построяване не е от значение; в крайна сметка това е съвършено ясна идея.

Нокс Да, разбирам. Е, добре, не съвсем, но, струва ми се, нещо улавям. (*Поглежда към Тюринг*) Извини ме, че задавам глупав и наивен въпрос, но какъв смисъл има да се изобретява машина, която не може да бъде построена, за да се докаже, че съществуват математически твърдения, които не могат да се докажат? Има ли всичко това някаква практическа стойност?

Тюринг Би могло да има. В статията си „Върху разрешимите числа“ аз обяснявам по какъв начин един особен вид машина на Тюринг – наричам я Универсална машина – би могла да осъществява произволен процес, който може да се описва с помощта на символи. В действителност аз вярвам, че тя би могла да осъществява произволен мисловен процес.

Нокс (с тънка усмивка) Твоето мислене притежава забележителна оригиналност; и аз съм сигурен, че ти ще бъдеш безценен член на нашия отбор или нашата група – наричай я, както щеш. (*Затваря досието, но оставя няколко листа разпръснати по масата*) Бихме желали да започнем работа незабавно. Става ли?

Тюринг Разбира се.

Нокс Има ли някакви въпроси, които искаш да ми зададеш?

Тюринг Не бих казал; единствената ми грижа е доколко ще съответствам на едно такова място. Никога не съм бил добър в организирането на нещата – а най-малко на самия себе си – и не съм сигурен доколко добре ще сработя с хората в правителствената администрация.

Нокс Това не трябва да те тревожи. В ПШКД има здравословно пренебрежение към организационните формалности; ако не беше така, аз нямаше да съм тук. Колкото се отнася до самия мен, правилата са от значение при крикета, поезията и научната редакция на древни текстове. (*Смее се и върви към вратата*) Ще помоля г-за Грийн да се присъедини към нас. (*Отваря вратата*) Моля те, повикай Пат да дойде тук. (*Връща се при Тюринг*) Патри-

шта Грийн е един от нашите най-способни криптоанализатори. Не пада подолу от останалите момчета.

Тюлинг Какъв вид работа ще върша аз?

Нокс Ти ще се концентрираш върху нещо, което се нарича код Енигма. Измислен и развит е от германците и е абсолютно непробиваем.

На вратата се появява Пат.

Аа, Пат, заповядай, влез.

Пат влиза

Влез и се запознай с Алън Тюлинг.

Пат Здравейте.

Тюлинг Здравейте.

Ръкуват се

Пат Всъщност ние сме се срещали и преди това.

Тюлинг Така ли? Кога?

Пат Вие изнесохте лекция пред Клуба за етична наука в Кеймбридж. След лекцията ние имахме кратък разговор.

Тюлинг Това трябва да е било – кога? – преди шест или седем години.

Пат Декември 1933. Помня това много добре. Вашите идеи бяха извънредно вълнуващи.

Тюлинг Благодаря.

Нокс (към Пат) Можем ли да му предложим къде да живее?

Пат Ханчето Краун в Шенли Брук Енд.

Нокс А, добре, това е само на пет километра от тук. (Към Тюлинг) Имаш ли велосипед? Ще ти трябва велосипед. (Към Пат) Ще разчитам на теб да разкажеш на г-н Тюлинг за Енигма.

Пат Да, разбира се.

Нокс Проблемът е, че този проклет шифър е жизнено важен за военните действия на нацистите – жизнено важен. Той се използва от армията, но също така от *Luftwaffe*, а, което е най-важно, той обслужва и подводниците. А ако германските подводници овладеят Северния Атлантик, нашите търговски кораби няма да имат никакъв шанс. Това ще ни обрече на гладна смърт. Така че Енигма трябва на всяка цена да бъде разгадан. Някак си. Приоритет номер едно.

Тюлинг Какъв тип кодиране е това?

Нокс събира разпиляните си листове и ги поставя обратно в папката.

Пат Механичен.

Нокс С което топката попада изцяло в нашето поле. Но нека всичко да е по ред. Върни се в Кеймбридж. Стегни си куфарите. Пат ще ти организира туристическа обиколка на града в понеделник сутринта. (*Взима паката и се отправя към вратата*) Блечли беше избран от ПШКД, защото е на равно разстояние от Оксфорд и от Кеймбридж. Трябва да те предупредя, че неочакваният наплив на учени и други интелектуалци твърде много затрудни местното търговско снабдяване. Ще ти бъде много трудно да си набавяш някои вестници или тютюн за лула.

Нокс излиза

Пат го следва към вратата

Пат Ще се видим в понеделник.

Тюриng Почакай, хъм, можеш ли да ми кажеш в какъв смисъл Енигма е механичен?

Пат Да, кодът се създава от машина. Предпочитам да я наричам пираща машина. Пред клавиатурата има три ротора; буквите от азбуката са нанесени на всеки от роторите; зад роторите има проекционно табло. Когато операторът натисне клавиш – да кажем, буквата А – при едно конкретно положение на роторите, възниква връзка, например с буквата Д и на изходното табло над буквата Д светва лампичка.

Тюриng И буква А от изходния текст се кодира в Д.

Пат Да, когато роторите са в това определено положение. После първият ротор продължава да се върти. Сега вече натискането на буква А ще създаде на таблото буква В или Н. Когато този ротор е направил пълно завъртане, вторият прави същото, а след това и третият. Това е многоизбучна система с 26 по 26 възможни положения.

Тюриng Седемнайсет хиляди петстотин седемдесет и шест. Не е кой знае колко голямо число.

Пат Да, вярно е. Ръчният анализ ще доведе в крайна сметка до правилното разположение, стига да се вложи малко повече търпение, но това би отнело няколко дена, докато самото разполагане се променя всеки ден. Немците използват книга за кодиране, с която се задава разполагането, а ние, разбира се, не я притежаваме. Но поне знаем как работи и съумяхме да построим машина, която симулира действието на Енигма, което е логично, симетрично и самоинверсно.

Тюриng Тоест подателят и получателят разполагат с едно е също съоръжение.

Пат Да. Проблемът е, че германците току що значително усъвършенст-

ваха Енигма, което означава, че нашата машина е практически остаряла. Сега техните оператори са екипирани с набор от пет ротора, от които всеки три могат да бъдат използвани в произволен ред с включването на Енигма.

Тюриng Шейсет възможни комбинации! Така че седемнайсет хиляди петстотин седемдесет и шест се умножава на шейсет!

Пат Един милион петдесет и четири хиляди петстотин и шейсет. Те също така са добавили към апарата и превключващо табло подобно на телефонен комутатор. Просто свързват двойки букви с помощта на щепсел и така буквите се сменят още преди да са подадени към роторите, а и след това. Така че имаме в буквалния смисъл на думата хиляди милиони възможни пермутации и това е проблемът, който трябва да решим – във всеки случай основният проблем; защото използваният в подводниците Енигма е даже по-сложен. (*Усмихва се за миг*) Е добре, ще се видим в понеделник.

Тюриng Да...ъъ, чудесно. До понеделник.

Пат излиза.

Светлините се променят: зимна утрин

(Hugh Whitemore. *BREAKING THE CODE*.
Based on the book *Alan Turing, The Enigma*
by Andrew Hodges. London, 1987)

Превод: М. Бушев