

## КВАНТОВА КРИТИЧНОСТ

Пиърс Колман и Андрю Скофийлд

*Докато отбелоязваме столетието от основополагащите приноси на Алберт Айнщайн към квантовата механика и към специалната теория на относителността, ние се приближаваме към друга една годишнина – сто години, откакто Айнщайн поставил основите на квантовата теория на твърдото тяло. Но 100 години по-късно същият експериментален резултат, който е озадачавал Айнщайн и неговите съвременници, ни принуждава да преразглеждаме нашето разбиране за превръщанията на квантовото вещество при ултраниски температури.*

На прага на ХХ век една криза – не така грандиозна, но също така дълбока като неуспеха на Майкълсън и Морли да определят движението на Земята през етера, е смущавала основателите на съвременната физика. Загадката се корени не в астрофизичните наблюдения, а в невинния въпрос относно количеството енергия, необходимо за повишаване на температурата на диаманта, т. е. неговата специфична топлина. Проблемът е в това, че е нужна много по-малка енергия, отколкото се е предполагало. Близо сто години по-рано Пиер-Луи Дюлонг и Алексис-Терез Пти са установили, че независимо от състава на твърдото тяло неговата специфична топлина за една молекула е приблизително една и съща. През 1876 г. този извод е поставен от Лудвиг Болцман на привидно здрава теоретична основа. Като прилага своята статистическа механика към атомите в твърдото тяло, той съумява да изчисли специфичната топлина за атом в точно съответствие с ранните наблюдения на Дюлонг и Пти. Но през последните години на XIX век този триумф на статистическата физика започва да изглежда все по-съмнителен. Не само някои от материалите, например диамантът, имат твърде малка специфична топлина, но и напредъкът на криогенната техника показва, че специфичните топлини при ниски температури зависят силно от температурата, което противоречи на Болцмановата теория. Това не е последният случай, когато нискотемпературната физика сочи необходимостта от нов подход.

Опити да се разреши противоречието между теорията и експеримента са предприети от трима велики физици на XIX век – Болцман, лорд Келвин и лорд Рейли. Болцман допуска, че поведението на атомите, затворени в твърдото тяло, вероятно не е така елементарно, както първоначално е предполагал. От друга страна, лорд Келвин се вглежда в математическия извод на Болцман, смятайки, че грешката е от математически характер. Единствен Рейли е готов да заяви, че теорията е правилна и експериментът е правилен, но става дума за истинска криза, която може да се разреши само с радикално

нов подход. Следващата крачка към решаването на проблема прави Айнщайн.

### **Айнщайн и загадката на специфичната топлина**

Айнщайн е вдъхновен от един твърде необичаен източник – светлината на звездите. През 1900 г. Макс Планк извежда формула, която свързва цвета на звездите с тяхната температура; това е първата стъпка към създаването на квантовата теория. Планковата теория навежда Айнщайн на мисълта, че светлината е съставена от дискретни кванти или „фотони“. През 1906 г. Айнщайн прилага Планковата формула към трептенията вътре във веществото, които, разсъждава той, трябва също да са изградени от кванти – малки вълнови пакети на звука, които ние сега наричаме „фонони“. При високи температури Айнщайновата теория съвпада с Болцмановата, но когато температурата падне под стойностите, необходими за възбуждането на фонони, топлинното съдържание рязко намалява. В тази статия от ноември 1906 г. Айнщайн прави едно рядко за него сравнение с експерименталните данни – съпоставя своите теоретични резултати с данните за специфичната топлина на диаманта – и по такъв начин показва, че е дал решението на една седемдесетгодишна загадка. Така се ражда новата наука на квантовата теория на твърдото тяло.

Айнщайновата теория от 1906 г. не е можела да има завършен вид, но в нея се съдържа зародишът на предстоящата революция. Изводът на простата Айнщайнова теория от първи принципи е трябвало да чака до 1924 г., когато това става първата задача, решена от Вернер Хайзенберг с помощта на новата „квантова механика“. Към 1930 г. развитият от Айнщайн подход по същество разрешава проблема за специфичните топлини.

### **Квантова критичност и завръщането на загадката**

Столетие по-късно отново същите измервания на специфичната топлина на твърдите тела ни изправят пред нов конфликт с нашата теория за веществото. „Лошите герои“ на XXI век са изкуствено създадени кристали, които са в предния край на съвременното материалознание. По традиция физиката се интересува от устойчивите фази на веществото, каквито са фазите на свръхпроводниците, магнитите или сегнетоелектриците, но при съвременните материали стана възможно да се изучават неустойчиви квантови фази на веществото. Загадъчното ново поведение възниква около опасната точка на неустойчивост между две устойчиви фази на веществото – „квантовата критична точка“. Възникващите в квантовото критично вещество уникални свойства станаха основна насока на изследванията през последните десет години. Нещо повече – растящият брой на противоречията между съществуващата теория и експеримента ни поставя в положение, което по стра-

нен начин напомня това с диаманта отпреди сто години.

Тъй като материалите в нашия живот стават все по-изтънчени – от сложни пластмаси до авангардни металокерамики – човек би могъл да си помисли, че разбирането на техните свойства ще изиска още по-подробно вникване в сложните закономерности на електронните и атомните движения. Уви, подобна задача е невъзможна; даже най- мощните компютри не могат да се справят наведнъж с повече от няколко десетки електрона. За щастие обаче, както още Болцман предвижда при обсъждането на диаманта, съвкупностите от частици могат да имат различно поведение спрямо това на изолирани частици и макар техните индивидуални движения да са сложни, колективните свойства придобиват качествено нови форми на простота. Възникването на магнетизъм, на състояния с нулев вискозитет в така наречените свръхфлуиди, както и на нулево електросъпротивление в свръхпроводящите метали – това са все примери за ново, но заедно с това просто поведение, което възниква от колективното движение на електроните или атомите в сложни материали. Това са все примери за устойчиви фази на веществото. Колективното поведение става също така важно при неустойчивия преход между двете устойчиви фази на веществото; трансформацията между тях се нарича „фазов преход“.

Фазовите преходи са вездесъщи: от кристализирането на водата в снежинки, подреждането на електронните спинове във феромагнита, възникването на свръхпроводимост в охладен метал, та до самото образуване на пространство-времето в ранната Вселена – всички те представляват фазови преходи. Въпреки голямото си разнообразие фазовите преходи от различни видове много често имат едни и същи фундаментални характеристики. Когато водата се превръща в пара при някакво критично налягане, нейната специфична топлина зависи от температурата по същия степенен закон, който е валиден за желязото, когато бъде размагнитено при повишаване на неговата температура. Установяването на това универсално поведение, известно като „критични явления“, беше истински триумф на физиката от XX век. Едно от ключовите открития се състоеше в това, че предстоящото настъпване на подреденост в такива непрекъснати фазови преходи се предизвестява от образуването на краткоживущи капчици от зараждащ се ред, който расте с приближаването на системата към критичната точка. В критичната точка материалът е обхванат от капчици с най-различни размери.

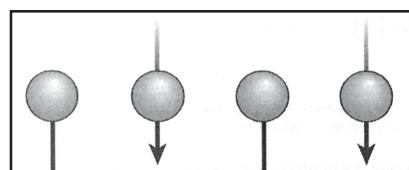
Подобно на повечето фазови преходи, топенето на леда се причинява от нарастването на безредното топлинно движение на молекулите, свързано с повишаването на температурата. Подредеността на атомите в твърдото тяло не може да се запази над определена температура и кристалът се стопява. Обаче изследванията върху кондензираната материя през последното десетилетие разкриха нов вид фазов преход, който се причинява не от топлинно-

то движение, а от квантовите флуктуации, свързани с Хайзенберговия принцип на неопределеността. Тези квантови флуктуации са наречени „нулево движение“. По принципа на неопределеността колкото по-определен е положението на частицата, толкова по-неопределен е нейната скорост. Така че даже когато случайното топлинно движение спре при абсолютната температурна нула, атомите и молекулите не могат да бъдат неподвижни, защото това би означавало те едновременно да имат фиксирано положение и скорост. Вместо това те се намират в състояние на постоянно трептене. Подобно на топлинното движение, когато нулевото движение стане твърде силно, то може да разтопи подредеността, но в този случай топленето става при абсолютната нула. Такъв квантов фазов преход става в твърдия хелий, който е толкова крехък, че, за да се стабилизира кристалната му решетка, даже при абсолютната нула е необходимо да се приложи налягане. Когато налягането се снеме, нулевите движения стопяват кристала.

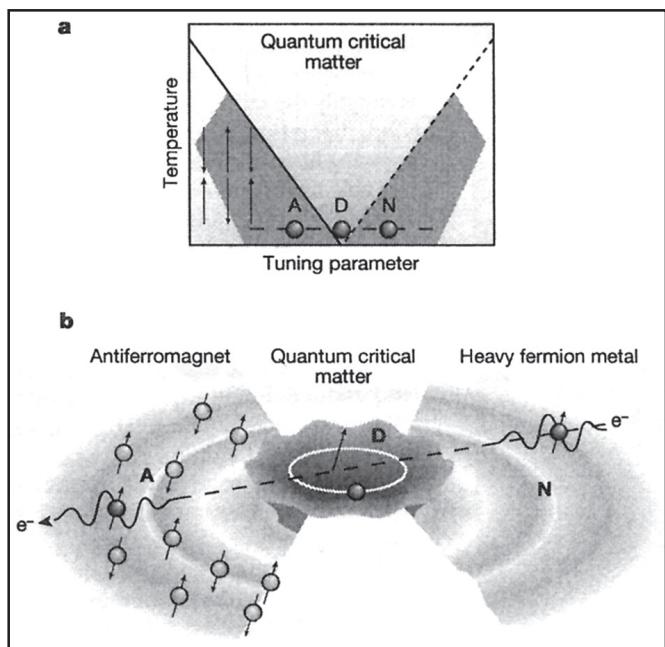
Най-добре изучените примери за квантови фазови преходи са свързани с магнетизма при металите. Електроните имат магнитна посока или спин, който при съответно подреждане прави материала магнитен. Желязото се намагнитва, когато всички спинове в него се нареджат успоредно, но в други материали спиновете имат взаимно антипаралелно или антиферомагнитно подреждане (фиг. 1). Тези по-крехки видове подреждане са по-податливи на разтапяне от нулевите флуктуации. Преди почти три десетилетия физикът теоретик Джон Херц, който сега е в Нордита, прави първото изследване за това как квантовата механика може да влияе върху фазовите преходи. Херц се заинтересувал от въпроса по какъв начин критичните явления могат да бъдат променени от квантовата механика. Прилагането на квантовата механика към фазовите преходи се оказва твърде сходно на Айнщайновото релативистко обединение на пространство-времето. В теорията на Херц квантовата механика се появява, когато в капките на бъдещата подреденост се включи размерност на време. Обикновено от това не възниква никакъв допълнителен ефект, но Херц разсъждава, че ако при абсолютната нула е възникнал фазов преход, тогава капките на подреденост, които предвещават прехода, ще станат не класически, а квантовомеханични. Според Херц, когато при нулема температура възниква фазов преход, квантовите капки нарастват и обхващат целия материал, като изменят неговите свойства по начини, които могат да бъдат измерени, а най-силно ще бъдат повлияни електроните (фиг. 2). Подобно „квантово критично вещества“ разкрива реални перспективи за нови класове универсално поведение на електроните, което се осъществява независимо от поведението на самия материал, след като веднъж последният е доведен в близост до квантовата критична точка.

Електроните, пренасящи електрически ток в металите, приличат на фотоните: те са квантови вълни, чиито дължини намаляват, когато техният

импулс расте. За разлика от фотоните обаче електроните се подчиняват на „принципа на Паули за забраната“: не може два електрона да имат една и съща дължина на вълната (или импулс). За да се минимизира тяхната енергия, трябва всеки електрон да заема още незапълнено импулсно състояние с най-ниска енергия. След като всички електрони са из-



**Фиг. 1.** Антипаралелно подреждане на спиновете в антиферомагнитите

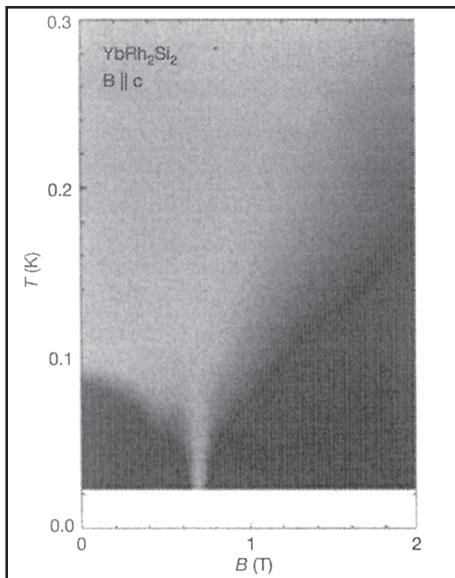


реденост. На разстояния, по-големи от тези капки, електроните се разпространяват във вид на вълни. Вътре в капката силните флуктуации изменят радикално движението на електрона и могат да доведат до разделение на неговата спинова и зарядова компонента. Физическите явления вътре във V-образната област на фазовата диаграма (а) съответстват на вътрешността на квантовата критична точка (D), докато тези в нормалния метал (N) или в антиферомагнита (A) отразяват външната част. Ако, както подозирате, квантовото критично вещество е универсално, тогава в капките не може да прониква никаква информация относно микроскопската природа на материала. По аналогия с черните дупки преходът от некритично към критично квантово вещество съответства на пресичането на „веществения хоризонт на събитията“. Експериментите, при които материалът преминава от нормален метал към квантова критична точка, представляват преминаване на електроните през „хоризонта“ във фазовата диаграма към вътрешността на квантовото критично вещество, от което те после излизат през един втори хоризонт на другата страна в една нова вселена на магнитно подредено вещество.

**Фиг. 2.** Схематична илюстрация на квантова критична точка, показваща фазова диаграма (а) и растежа на капките на квантовото критично вещество в близост до квантовата критична точка (б).

(а) Схематична фазова диаграма близо до квантова критична точка. Квантовите критични точки деформират фазовата диаграма, като създават „V-образна“ фаза на квантовото критично вещество, която се разтваря подобно на ветрило от квантовата критична точка до крайни температури.

(б) Колкото по-близо е веществото до квантовата критичност, толкова по-големи стават капките на предстоящата под-



**Фиг. 3.** „Сингуларност във фазовата диаграма“, получена при експеримент с материала  $\text{YbRh}_2\text{Si}_2$ , който е доведен до квантова критична точка с помощта на приложено магнитно поле.

Тъмните области съответстват на нормален метал. Светлата област съответства на аномално поведение на метала с линейно специфично съпротивление. Особената квантова критична точка при абсолютната температурна нула създава широка област на необикновено поведение на метала при крайни температури.

зов преход. Преди десет години групата на Хилберт фон Лонейсон в Карлсруе, Германия, решава да измери специфичната топлина на квантовокритичен метал. Те избират  $\text{CeCu}_6$ , който може да премине в магнитна, по-точно в антиферомагнитна квантова критична точка, чрез прибавяне на малки количества злато. След като добавят злато към този метал, те установяват, че Зомерфелдовият коефициент на метала непрестанно расте – така като че ли приближаването до критичността води до метал, в който електроните стават все по-тежки. Но при квантовата критична концентрация коефициентът на Зомерфелд изобщо не се установява на постоянна стойност. Той продължава да расте с понижаването на температурата така, като че ли масата на елек-

вършили това, възниква рязка граница (наречена повърхност на Ферми) между заетите състояния с най-висока енергия и незаетите импулсни състояния с най-ниска енергия. Това подреждане налага строги ограничения: подобно на ябълки, наредени плътно във варел, само близките до горния край ябълки могат лесно да се пренареждат. Едно от следствията проличава в специфичната топлина: само електроните, близо до Ферми повърхността, могат да погълнат топлинна енергия и да намерят незаето импулсно състояние, в което да преминат. Това означава, че специфичната топлина на металите е малка, но расте линейно с температурата. Коефициентът на пропорционалност, наречен коефициент на Зомерфелд, е приблизителна мярка за „ефективната“ маса в метала на електроните с най-голям импулс. Когато сравним ефективната маса с тази на изолиран електрон, първата обикновено е малко по-голяма. Това се дължи на действащите между електроните сили, което означава, че при движението си електронът трябва да избутва настрани съседните електрони.

Но значително по-драматични промени настъпват в близост до квантовия фа-

троните върху повърхността на Ферми става безкрайна, а енергията на електроните клони към нула.

Групата в Карлсруе открива и още едно смущаващо свойство. В нормалните метали електросъпротивлението, дължащо се на взаимното разсейване на електроните, расте с квадрата на температурата, но в тази система, при квантовата критична точка, специфичното съпротивление зависи линейно от температурата. Постоянството на Зомерфелдовия коефициент и квадратичната температурна зависимост на специфичното съпротивление са двете непрекраеми емблеми на нормалните метали. Тяхното нарушаване дава да се разбере, че квантовият критичен метал представлява фундаментално нов тип електронен флуид.

След първите резултати, получени в Карлсруе, бяха открити още много нови несъответствия. Квантовите критични точки сега се постигат с прилагането на налягане или на магнитно поле. Дори вече има явно свидетелство за линия на квантова критичност вместо единична точка. Всички са на мнение, че в квантовата критична точка характерният енергетичен мащаб на метала клони към нула. Действително, като че ли само температурата е единственият енергетичен мащаб, който остава в квантово-критичното веществово. Така например разсейването на неутрони от критични магнитни флуктуации зависи само от отношението на енергията към температурата. Линейно или квазилинейно, специфичното електросъпротивление е друг знак на това явление и в повечето драматични случаи може да се проследи до три десетични знака на температурата.

Нещо, което става все по-ясно, е, че макар никога да не стане възможно веществото да бъде охладено до квантовата критична точка при абсолютната нула, още много преди тази точка започват да се чувстват драстични ефекти (фиг. 2 и 3). Именно това влияние издига квантовата критичност от равнището на интелектуална абстракция при абсолютната нула до равнището на явление от реалния свят, което може из основи да измени свойствата на материалите при крайни температури. Квантовокритичната точка представлява своеобразна „черна дупка“ във фазовите диаграми на материалите и това се оказва много полезна аналогия. Точно както в космологията черната дупка деформира околното пространство-време, така и квантовокритичните точки деформират структурата на фазовата диаграма (фиг. 2), като създават „V-образна“ област на квантова критичност, разгъваща се като ветрило от квантовата критична точка до крайни температури.

### **Разрешаването на квантовокритичната загадка**

Някои от странните свойства, които се наблюдават в квантовокритичните метали, напомнят предсказанията на Херц и последвалите разширения на неговата теория, но това популярно убеждение се разклаща най-малкото в

две важни отношения. Първо, ефектите са много по-силни и с по-широк обхват, отколкото очакваше Херц. Второ, конкретният случай на антиферомагнетизма би трябвало при всяко положение да е най-малко драматичен: алтернативният магнитен ред би трябвало да се осредни за почти всички електрони, като оказва забавящо действие само върху малка част от тях, които могат конструктивно да взаимодействват с това подреждане. Обаче в ярко противоречие с това експериментите показват, че ефективната маса на всеки електрон от повърхността на Ферми се увеличава до безкрайност, кое то по същество означава, че електроните престават да се движат. Подобно на Айнщайн преди едно столетие ние разполагаме с трийсетгодишна теория, която не може да обясни настоящите експерименти.

Днешните теоретични алтернативи също в известен смисъл повтарят тези на Айнщайновите съвременници и също се наблюдава голяма противоречивост. Някои вярват, че теорията на Херц може да бъде спасена, ако бъде взета под внимание сложността на материала. Групата от Карлсруе предложи идеята, че в квантовокритичната точка антиферомагнитните спинови флуктуации колективно се подреждат и стават двумерни. В такъв случай движението на електроните между слоевете става силно турбулентно и това дава възможност да се обясни как тяхното движение спира в квантовокритичното вещество. Единственият проблем е, че няма видим начин спиновите флуктуации да станат устойчиво двумерни в метали като  $\text{CeCu}_6$ , където електроните не са ограничени в слоеве.

Други обясняват противоречието с несполучливи приближения в оригиналната работа на Херц. Те посочват, че разграничаването, което прави Херц, между флуктуиращото намагнитване и електроните не е така очевидно, като се има предвид, че самият магнетизъм се дължи на същите тези електрони. Ако към това добавим, че реалните материали винаги имат някакво безредие (например атоми, които не са на местата си), то предположенията на математическите изводи могат да се окажат не дотам убедителни.

Накрая съществува третата възможност, за която лорд Рейли говори във връзка с диаманта, а именно, че налице е истинска криза и че е нужна нова теория за квантовите фазови преходи. Сегашната теория представлява красив синтез на две много успешни теории на съвременната физика – теорията на температурно обусловените фазови преходи и квантовата механика. При все това, изправени пред загадъчните експериментални резултати, ние сме принудени да приемем такава възможност.

На преден план излязоха няколко забавни идеи. Едното предположение е, че имаме работа с нов вид квантова критичност, която преобръща класическата критичност надолу с главата. Класическата критичност означава глобален растеж на статичната подреденост в пространството: теорията на Херц

възприема този модел и към него прибавя нарастване по квантовото времево измерение. Една алтернативна идея е, че в квантовото критично вещество има растеж на капки на реда във времето, но не и в пространството. Спорът между привържениците на „глобалната“ и на „локалната“ теория на квантовата критичност е твърде разгорещен. Друго предложение е, че вътре в силно колективизираната среда на квантовокритичното вещество електроните се разцепват. Не е изключено електроните вътре в квантовокритичното вещество да се разцепват на техните съставни спин и заряд – подобно както атомите в разтвор се разцепват на йони. Това се свързва с „отключената критичност“, която беше използвана за описание на квантови критични точки в магнитни, двумерни изолатори. Единственият проблем е, че още никой не знае как да развие тези идеи за случая на истински тримерни квантовокритични метали.

Загадката на квантовата критичност е мъчително важна за материалознанието, защото много части са случайте, когато електроните сякаш обсебват интензивните критични флуктуации на квантовата критична точка с това, че в последния момент се преустрояват в нова устойчива фаза на веществото. Както разходимостта на ефективните маси на електроните, така и колапсът на кинетичните енергии на електроните говорят за възникването в квантовата критична точка на силно изродено състояние, благодарение на което те стават твърде възприемчиви към трансформации в алтернативни устойчиви електронни конфигурации.

По тази причина квантовата критичност може да се окаже твърде ефикасен катализатор за образуването на нови устойчиви видове поведение на материалите, с което се разкриват перспективни нови насоки за създаването или откриването на нови класове материали. Една такава насока е към свръхпроводимостта. Високотемпературните свръхпроводници – които в днешно време се получават при температурите на течния азот и дават надежда някога да стигнем до свръхпроводимост при стайни температури, – показват линейно специфично съпротивление, подобно на металите, за които това свойство се запазва чак до температурата на топене. Някои са склонни да вярват, че високотемпературните свръхпроводници и огромен брой други свръхпроводници с квазилинейни електросъпротивления в нормално състояние се обуславят от квантова критичност. Парадоксално е, че тази хипотеза трудно може да се докаже, защото всеки опит да се отстрани заобикалящият порядък в същото време ще разрушава квантовата критичност. Изправени сме пред нещо, което се описва като „квантова кръстословица“.

Около квантовите критични точки се развива също множество други неидентифицирани фази. При  $Sr_3Ru_2O_7$  и при  $Uru_2Si_2$  материалът се насочва към квантова критична точка с помощта на магнитни полета. Тези полета

са твърде силни, за да позволяят на електроните да използват свръхпроводимостта и така да избегнат критичната сингулярност. Все пак, вместо да се спрavit със самата квантовокритична точка, електроните намират друг изход. Резките промени в специфичното съпротивление и даже във формата на материала сочат, че електроните са преминали в нов вид подредено състояние. Дали това е нов вид магнитен ред или преустройство на електронния поток, или и двете? Всичко, което знаем, е, че електроните все още остават подвижни, но точните правила за тяхното ново колективно движение тепърва ще бъдат разгадавани.

Преди сто години Айнщайн е потърсил в звездите вдъхновение, за да разбере свойствата на студеното устойчиво квантово вещество. Днес загадъчните свойства на критично неустойчивото квантово вещество не само подсказват нов път към възможностите да получаваме нови материали, но заедно с това укрепват надеждата за нова връзка между веществото в лабораторията и веществото в космоса. Неотдавна беше изказано предположението, че идеите на квантовата критичност могат да се окажат свързани с квантовата гравитация на повърхността на черна дупка. Нещо повече – разцепването на електроните вътре в квантовокритичното вещество и възникването на нови сили силно се сближава с опитите във физиката на елементарните частици да се разбере как разцепването на частиците при високи енергии води до възникването на нови взаимодействия между тях. Точно както преди сто години вдъхновението от фотоните на звездите довежда Айнщайн до решението на загадката на специфичната топлина в устойчивото квантово вещество, по същия начин някои от идеите относно свойствата на частиците в ранната Вселена, като например калибровъчната теория и суперсиметрията, могат да се преродят в лабораторни условия като решение на проблема за специфичните топлини в квантовокритичното вещество.

(P. Coleman & A. Schofield, *Quantum Criticality*. Nature, vol. 433, p. 226-229, 2005. Статията е посветена на Световната година на физиката)

Превод: **Михаил Бушев**

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ТЪМНАТА МАТЕРИЯ (IDM 2002)

В. В. Бурдюжа

В Йорк (старинно градче в Централна Англия) от 2 до 6 септември 2002 г. се проведе международна конференция по идентификация на тъмната материя. Тъмната материя е компонента на пълната плътност на Вселената, която не свети и се проявява само по динамичен начин (посредством гравитацията). Голям интерес представлява задачата да се намери от какво се състои тази компонента.

Предполага се, че ако пълната безразмерна плътност на Вселената  $\Omega_{\text{tot}} = 1$ , тогава около 70% от нея е вакуумната енергия или квинтесенцията, 30% – тъмната материя, а барионите са само няколко процента.

$$\Omega_{\text{Л}} \sim 0,7 \quad \Omega_{\text{m}} \sim 0,3 \quad \Omega_{\text{B}} \sim 0,04$$

Тук следва да се отбележи, че вакуумното уравнение на състоянието е  $p = -\varepsilon$  [1], в което  $p$  е налягането, а  $\varepsilon$  – плътността на енергията. От уравнението на Айнщайн следва, че  $\varepsilon$  е постоянна. Ако плътността на вакуумната енергия зависи от времето, тогава използват термина квинтесенция (в космологията до сега няма пълна яснота по този въпрос).

Вероятен кандидат за тъмната материя са елементарните частици, като: неутриното ( $\nu$ ), неутралино ( $\chi$ ), аксиони (a) и бариони във вид на MACHO – массивни компактни хало-обекти. За търсенето на тези кандидати са насочени усилията на много лаборатории в света.

Резултатите от експеримента EROS2 (на практика всички експерименти са международни колаборации) по търсенето на MACH представи J. F. Glicenstein (Франция). Този експеримент се основава на ефекта, предсказан от Айнщайн, според който светлината се отклонява от полето на тежестта. Т.е. възниква ефектът на гравитационното фокусиране, вследствие на което често се получават няколко изображения на един и същ обект. Данните по микрофокусирането на 25 милиона звезди от LMC и SMC (големия и малкия Магеланови облаци) дават следните ограничения на MACHO обектите: (масите на MACHO са от  $10^{-2}$  до  $10^{-6} M_{\odot}$ )

- < 10% кафяви джуджета;
- < 15%  $0,5 M_{\odot}$  – обекти;
- < 15% стари бели джуджета.

Интересно предложение направи P. Chen (САЩ). Ако бъде включена гравитацията, принципът за неопределеност на Хайзенберг леко се модифицира и този ефект ще препятства пълното изпарение на черните дупки. Във Вселената могат да съществуват неизлъчващи остатъци от черни дупки с планковски маси ( $\sim 10^{-5}$  g), които трябва да дадат принос в барионната компонента на тъмната материя.

**ОБЩИЯТ ИЗВОД:** в тъмната материя обезателно присъства барионна компонента.

Тъмната материя се разделя на „гореща“ компонента – НДМ (представител на тази компонента е неутриното) и на „студена“ – СДМ компонента. Разделянето става по тяхното влияние върху нарастването на флукуациите, от които се е образувала едромащабната барионна структура на Вселената СДМ – компонентата се представя от неутрилиново, аксионите, MACHO – обектите и други екзотични обекти.

На неутринните изследвания бяха посветени няколко доклада.

F. Avignone (Италия) дава следните граници за масата на неутриното:

от космологията  $\Sigma m_\nu < 4,4$  eV;

от колаборацията KATRIN (измерванията се правят по спектъра на електроните в разпадането на трития) може да се очаква ограничение  $\Sigma m_\nu < 1,05$  eV.

Бяха представени също експериментални резултати от колаборациите GALLEX, SAGE, SNO, SUPERKAMIOKANDA. Сумарният резултат за слънчевото неутрино е

$$\Delta m^2 \sim 10^{-4} \text{ eV}^2.$$

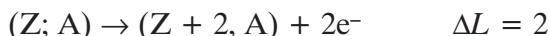
Резултатът на SUPERKAMIOKANDA за атмосферното неутрино е

$$1,14 \cdot 10^{-3} \leq \delta m^2 \leq 5 \cdot 10^{-3} \text{ eV}^2.$$

H. Klapdor – Kleingrothaus (Германия) представи своята оценка за майорановската маса на неутриното от резултатите на експеримента по безнеутрино двойно бета-разпадане (колаборация Хайделберг – Москва)

$$m_\nu \approx 0,38 \div 0,39 \text{ eV}.$$

Двойното бета-разпадане протича с несъхранение на лептонния заряд



и тук става дума за електронно неутрино. Неговото по-малко смело предположение е

$$0,1 < m_\nu < 0,7 \text{ eV}$$

Вероятно повече няма смисъл да се говори в негативен смисъл за масата на неутриното (макар, че в стандартния модел на физиката на елементарните частици неутриното е безмасова частица). Потоци от неутрино се наблюдават и измерват по различни методи в дълбоки шахти (SNO в Канада, Баксан и Русия, Boulby в Англия, Gran-Sasso в Италия, Kamioka в Япония и т.н.). Неутринни потоци се измерват също в реакторни експерименти, в каскадите на вторичните космични лъчи (атмосферно неутрино), от свръхновите. Отдавна вече съществува отделна наука – неутринна физика. Обсъждат се също планове за строителство на неутринна обсерватория на Луната. В неотдавнашна публикация [2] са представени първите преки измервания (колаборация SNO) на борно ( ${}^8\text{B}$ ) – неутрино-частици, идващи от Слънцето. Според тях наличието на неутринни осцилации не подлежи на съмнение.

Неутралиниото ( $\chi$ ) е слабовзаимодействаща масивна частица от СДМ – компонентата (WIMP). Тя би могла да възникне в ранната Вселена, ако е съществувала суперсиметрията. Усилията на седем подземни лаборатории са насочени към търсенето на продукти от анихилацията  $\chi$  и  $\tilde{\chi}$ . Вълновата функция на неутралиниото се състои от суперпозицията на четири суперсиметрични частици: две gaugino и две higgsino. Сигналът от анихилацията на неутралиниото се очаква в областта  $100 \div 200 \text{ GeV}$ . Тяхното участие в пълната плътност на Вселената лежи в границите

$$0,1 < \Omega_c < 0,3 \text{ при сечения} \\ 5 \cdot 10^{-8} \text{ pb} < \sigma_c < 5 \cdot 10^{-10} \text{ pb} \quad (1 \text{ pb} = 10^{-40} \text{ m}^2)$$

На търсенето на неутралино бяха посветени повече от 15 както теоретични, така и експериментални доклада. За търсенето на тази частица са организирани експерименти от групите SUPERKAMIOKANDA, BAIKAL, AMANDA, BAKSAN. S. Carthright (Швейцария) разказа за експеримента ANTARES, който се планира да бъде проведен в Средиземно море. Експериментът е предназначен за регистриране на вторични продукти от разпадането на неутралиниото, т.е. за регистриране на неутрино (в тази колаборация, освен френски учени, участват учени от Италия, Холандия, Испания, Англия и Русия).

Акционът беше постулиран преди повече от две десетилетия, за да се обясни защо при силните взаимодействия Р– и СР-симетрията се запазва, въпреки че в Стандартния модел (в електрослабия му „сектор“) тези симетрии се нарушават. Печеи и Куин предложиха „СР- проблемът“ да се реши с

въвеждането на нова глобална симетрия. В такъв случай аксионите, като Nambu-Goldstone бозони, се асоциират със спонтанното нарушение на тази симетрия. Масата на аксиона е равна

$$m_a \approx 0,62 \text{ eV} \quad (10^7 \text{ GeV}/f_a)$$

и ако свободната константа на връзката е  $f_a \leq 10^{12} \text{ GeV}$ , плътността на аксионите няма да превишава критичната плътност. При тази ситуация  $m_a \sim 10^{-5} \text{ eV}$ . Тази частица, като представител на СДМ компонентата, би могла да бъде образувана при фазовия преход в ранния период от еволюцията на Вселената ( $T \sim 1 \text{ GeV}$ ). Аксионите от халото могат да бъдат открити по тяхната конверсия в магнитно поле във фотони от радиодиапазона. Доклад за разпределение на аксионите в халото и в плоскостите на галактиките, както и за подготвящите се експерименти, беше направен от P. Sikivie (САЩ). I. Irastorza (Швейцария) разказа за експеримента CAST (CERN Axion Solar Telescope), в който ще бъде използван магнит с поле  $B \sim 10$  Тесла и който ще бъде поставен на движеща се платформа с дължина 10 метра. Планираната чувствителност за аксион – фотонната връзка  $\sim 5 \cdot 10^{-11} \text{ GeV}^{-1}$ , ако  $m_a < 10^{-2} \text{ eV}$ .

Пилотни експерименти за търсене на слънчеви аксиони (проект Majorana), използвщи Бряг-Примаковска конверсия на аксионите в рентгеново излъчване, са били проведени в Аржентина и Испания, а по-късно в експеримента DAMA (Италия).

## Литература

1. Глинер Э. Б. УФН, т. 172, 221 (2002).
2. *Phys. Rev. Lett.* т. 89, 011301, 2002.

превод: **Н. Балабанов**

(Международная газета *Наука и технология России*  
№ 7, 2002, 1, 2003 г.)

# 2004 Г. ДОНЕСЕ ИНТЕРЕСНИ РЕЗУЛТАТИ ВЪВ ФИЗИКАТА НА ЧАСТИЦИТЕ И В ЯДРЕНАТА ФИЗИКА

Д. Динев

## Физиката на частиците в епохата LHC и след нея

След провала на идеята да се построи в САЩ голям адронен колайдър с енергия в СЦМ 20 TeV, т. нар. Superconducting Super Collider, или SSC, погледите и надеждите на физиците, работещи във физиката на високите енергии, се обърнаха към CERN. Там, в подземния тунел на демонтирания  $e^- - e^+$  колайдър LEP, започна монтирането на т. нар. Large Hadron Collider или LHC – p-p колайдър, с енергия в СЦМ 2 x 7 TeV<sup>1</sup>.

Макар и с по-ниска енергия от SSC, строителството на новия ускорител погълна всички финансови, технологични и човешки ресурси на научния център.

Със свой значителен принос в създаването на това уникално научно съоръжение се включиха и голям брой страни, които формално не членуват в CERN – САЩ, Русия, Япония, Канада, Китай, Индия, Пакистан и др.

Някои технически проблеми, свързани с работещите при много ниска температура (1.9 K) свръхпроводящи магнити на колайдъра и с линиите, по които тези магнити се снабдяват с необходимия за охлаждането си двуфазен течен хелий, станаха причина за известно забавяне на сроковете на строителството. Ръководството на CERN предприе безпредецентни мерки за мобилизиране и концентриране на усилията в създаването на LHC. Според коригирания план ускорителят трябва да бъде напълно готов в началото на 2007 г., а първите репресълкновения се очакват през лятото на същата година.

Монтирането на ускорителното оборудване в 27 km подземен тунел вече е започнало, като се очаква до края на настоящата година да бъдат напълно монтирани два от октантите на колайдъра.

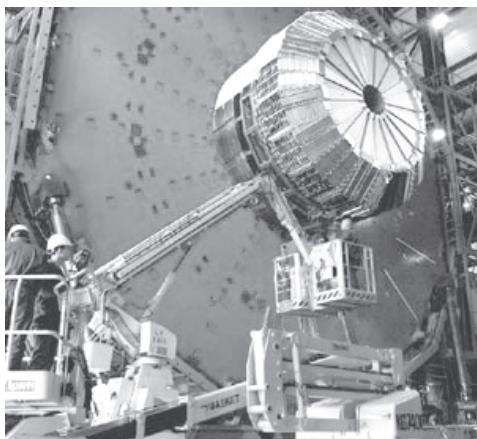
Паралелно със създаването на ускорителя се създават и детекторите и измерителната апаратура. Предвидени са четири мащабни експеримента – CMS, ATLAS, ALICE и LHCb. Трябва да се отбележи, че оборудването за тези експерименти не отстъпва, а в известен смисъл е и по-сложно и по-мащабно от оборудването на самия ускорител. С гордост трябва да се отбележи участието в създаването на оборудването за един от експериментите – CMS, на български физици и инженери. Това са колективи от ИЯИЯЕ на БАН и от ФФ на СУ. Тяхната работа и научен принос заслужават висока оценка и всяческа подкрепа.

Удивително е, че въпреки огромното напрежение около създаването на

LHC ръководството на CERN и европейската общност на физиците, работещи във физиката на високите енергии, вече отправят поглед и към времето след LHC.

На 128-ата сесия на Съвета на CERN новият генерален директор Р. Аймар (Robert Aymar) представи проект на дълговременна стратегия за научното развитие на CERN. Тази стратегия е обединена в седем пункта. Естествено най-неотложната задача, стояща пред CERN, е успешното завършване на строителството на LHC и провеждането на набелязаните експерименти. Предлага се през 2006 г. да започне строителството на нов линеен ускорител – инжектор на ускорителния комплекс на CERN. Този нов инжектор ще позволи към 2012 г. значително да се повиши светимостта на колайдъра.

Предполага се, че към 2010 г. получените в различните експерименти на LHC научни резултати ще са довели до очакваното уточняване на физическата картина на микросвета и в частност по отношение на т. нар. „механизъм на Хигс“.



*Фиг. 1. Монтиране на адронния калориметър на експеримента CMS през м. юни 2004 г*

Ако проведените експерименти действително доведат до дългоочакваното регистриране на Хигс-бозоните, ще възникне задачата за детайлното изучаване на свойствата на тези частици.

Усилено се обсъжда възможността това да стане с помощта на един бъдещ  $e^-e^+$  линеен колайдър с енергия в СЦМ 500-1000 GeV. Предполага се, че това ще бъде един мащабен международен проект, който е наречен International Linear Collider (ILC).

Техническите решения, въз основа на които би могъл да се построи подобен мащабен колайдър, се разработват усилено в три научни центъра – DESY, SLAC и KEK. И в трите центъра са създадени работещи прототипи на бъдещия колайдър. Това са: Tesla Test Facility (TTF) – в DESY, Next Linear Collider (NLC) – в SLAC, и Japanese Linear Collider (JLC) – в KEK. Докато проектите в SLAC и KEK са базирани върху ускоряващи резонатори, работещи при стойна температура и честота 11.4 GHz, в DESY е разработен свръхпроводящ ускоряващ резонатор, работещ при температура 2 K, честота 1.3 GHz и обезпечаващ много висок темп на ускорение.

Беше създадена международна комисия, т. нар. International Technology Recomendation Panel, която да избере по-перспективната от тези технологии.

Резултатите от своята работа тази комисия докладва през август 2004 г. на Международната конференция по физика на високите енергии в Пекин. Комисията препоръчва бъдещият е  $e^+$  линеен колайдър да бъде построен на основата на разработената в DESY технология.

Линейният колайдър ще има дължина 30 km.

Предполага се, че инженерният проект на ускорителя ще бъде готов към 2010 г., а строителството на самия колайдър – към 2015 г.

В следващите години предстои да се решат въпросите с мястото на бъдещия колайдър и с неговото финансиране.

### **Нарушената симетрия**

За щастие, далеч не цялата физика на частиците е свързана с LHC.

През 2001 г. започнаха работа два несиметрични  $e^-e^+$  циклични колайдъра: PEP II – в SLAC, и KEKB – в KEK2. Енергията в СЦМ на тези колайдъри е специално подбрана така, че при насрещните удари на електроните и позитроните да се ражда голямо количество B-мезони и затова те са наречени B-фабрики.

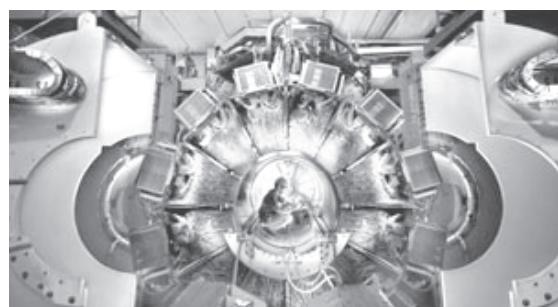
Основните експерименти, провеждани на тези колайдъри, са BaBar – в SLAC, и Bell – в KEK. Те имат за задача детайлното изучаване на нарушенето на комбинираната четност, т. нар. CP-violation при B-мезоните.

И действително още първите измервания показваха недвусмислено, че и при B-мезоните подобно на случая с K-мезоните комбинираната четност не се запазва. Тези първи резултати бяха свързани с измерването на един от ъглите в т. нар. „унитарен триъгълник“, който играе основна роля в модела СКМ (Cabibbo-Kobayashi-Maskawa) на слабите взаимодействия. Измерената стойност на този параметър е  $\sin$

$2b = 0.78 \pm 0.08$  и е в пълно съгласие с предсказанията на теорията. При B-мезоните CP-симетрията се нарушава. Механизмът на това нарушение е непряк, тъй като е свързан с процеси, включващи  $B - \tilde{B}$  осцилации.

През 2004 г. детекторите BaBar и Bell регистрираха и директно нарушаване на комбинираната четност. Както е известно, B-мезоните имат много малко време на живот и бързо се разпадат на по-малки частици. Един от каналите на разпад е:

$$B^0 \rightarrow K^+ + \pi^-, \tilde{B}^0 \rightarrow K^- + \pi^+ \quad (1)$$



*Фиг. 2. Детекторът BaBar в  $e^-e^+$  колайдъра PEP II в SLAC*

При неговото изучаване е регистрирана значителна асиметрия във вероятностите за двата процеса.

Така например при анализирането на 1600 събития в BaBar е изчислена следната асиметрия:

$$\frac{n_{K^-\pi^+} - n_{K^+\pi^-}}{n_{K^-\pi^+} + n_{K^+\pi^-}} = -0.133 \pm 0.030 \text{ (stat)} \pm 0.009 \text{ (syst)} \quad (2)$$

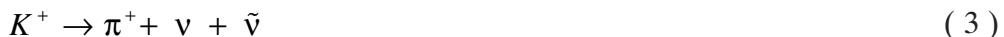
Това означава директно нарушаване на СР-симетрията с 13 % при точност над 4.2s.

Детекторът Bell също регистрира директно нарушаване на СР-симетрията при системата  $B^0, \bar{B}^0$ , но при анализа на по-малко, а именно на 1000 събития и с по-малка достоверност –  $2.4\sigma$ .

Измереното директно нарушаване на комбинираната четност при В-мезоните е много по-силно, отколкото е подобният ефект при К-мезоните и който беше измерен в експериментите Na48 – в CERN, и KTeV – в Fermilab.

### Редки разпади на К-мезоните

Експериментът E949 в Националната лаборатория на САЩ в Брукхейвън (BNL) в продължение на много години изучава реакцията:



Тази реакция е с много малка вероятност. Нейното изследване става възможно в BNL благодарение на рекордно високата интензивност на протонните снопове, постигната в ускорителя AGS. Системата детектори, използвана при експеримента, също има изключително висока интензивност. Взети са и мерки за значителното намаляване на фона.

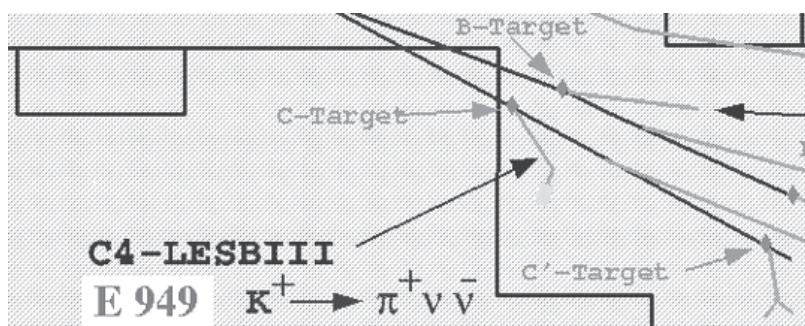
Схема на експеримента е дадена на фиг. 3.

Регистрирани са само три събития – една от най-редките реакции, регистрирана досега.

Измерената вероятност на този канал на разпадане (branching ratio) е

$$1.47^{+1.30}_{-0.89} \cdot 10^{-10}.$$

Тази стойност е два пъти по-голяма от стой-



Фиг. 3. Схема на експеримента E949 в BNL

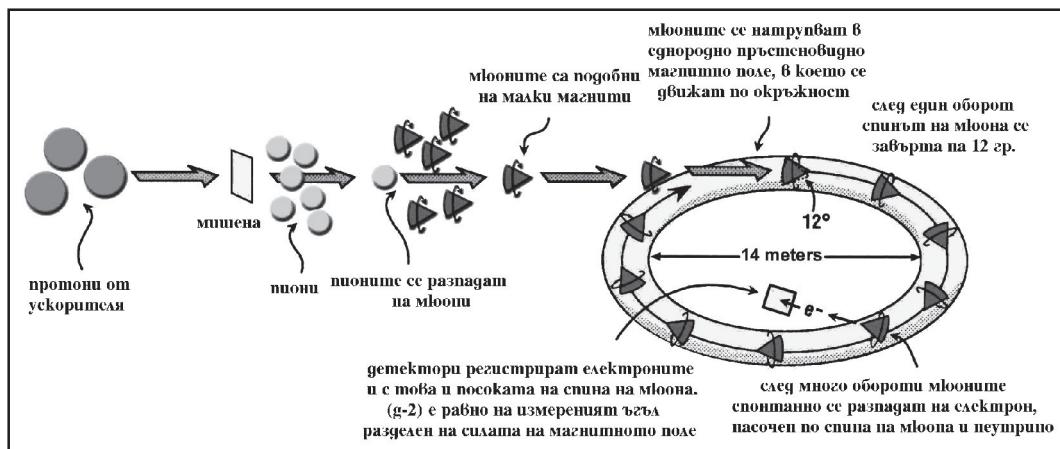
ността, която се предсказва от Стандартния модел. Това окуражава някои физици да говорят за „нова физика“, но все пак трябва да се признае, че събраниата досега статистика е все още твърде недостатъчна. Очаква се, че до края на 2004 г. ще могат да се регистрират около 20 събития. През 2005 г. измерванията ще продължат с експеримента KOPIO.

### Нови измервания на аномалния магнитен момент на мюона

Съгласно с квантовата механика отношението на магнитния момент към спина, т. нар. „жиромагнитно отношение“, за лептоните има стойност  $g = 2$ . Стандартният модел внася малка поправка към тази стойност, отчитайки процесите на непрекъсната емисия и абсорбция на виртуални частици.

През 2004 г. експериментът E821 в Националната лаборатория на САЩ в Брукхейвън (BNL) представи нови резултати по измерването на величината ( $g-2$ ) при  $\mu^-$ . Международната колаборация включва над 60 физици от 11 научни института в САЩ, Германия, Холандия, Русия и Япония. Новите резултати имат относителна точност 0.7 ppm.

Принципна схема на експеримента е дадена на фиг. 4.



**Фиг. 4.** Принципна схема на експеримента E 821 в BNL  
за измерване на ( $g-2$ ) на мюона

Измерената стойност на аномалния магнитен момент на мюона е:

$$a_{\mu^-} = 11\,659\,214(8)(3) \times 10^{-10} \text{ (0.7 ppm)} \quad (4)$$

Заедно с получените по-рано резултати по измерването на ( $g - 2$ ) за  $\mu^+$  това представлява над 14 пъти повишаване на точността на измерванията на ( $g-2$ ), проведени през 70-те години на миналия век в CERN. Полученият резултат се различава от предсказанията на теорията с  $2.9\sigma$ .

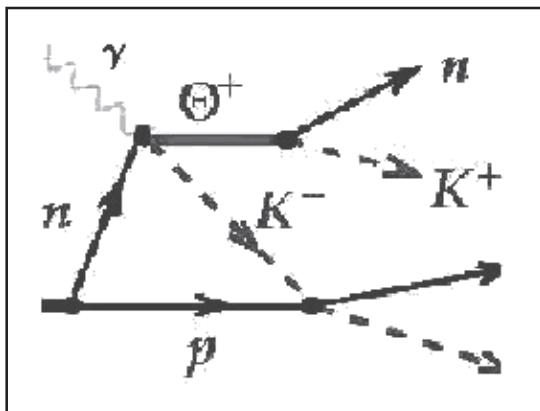
## Пентакваркът, $\Theta^+(1540)$ и $D_s(2317)$

Известните досега частици са съставени от кварк и антикварк (мезони) или от три кварка (бариони). Съгласно с QCD са възможни и частици, съставени от четири, пет и повече кварки. Въпреки тези предсказания досега подобни частици не бяха регистрирани.

И ето, че през 2003 г. при бомбардирането на въглеродни атоми с високоенергетични фотони, „произведени“ в източника на синхротронно лъчение<sup>3</sup> Spring-8 в Харина – Япония, беше регистрирана първата частица, съставена от 5 кварка – четири кварка и един антикварк. Тя беше наречена  $\Theta^+$  (1540).

Пентакваркът е открит от групата на T. Nagano след повторен анализ на експерименталните данни, извършен по методика, предложена от руския теоретик Д. Дяконов, работещ в NORDITA – Копенхаген. В рамките на киралния модел Дяконов предсказва съществуването на антидекуплет от десет състояния, представляващи комбинации от четири кварка и един антикварк.

Скоро след това съществуването на новата частица беше потвърдено при експерименти на електронния ускорител CEBAF в Националната лаборатория на САЩ „Т. Джиферсън“ в Нюпорт – Вирджиния, (JLAB). Това е експериментът CLAS (достовернаст 7.8  $\sigma$ ).



**Фиг. 5.** Процес на раждане на  $\Theta^+(1540)$  частица, състояща се от пет кварка

При изследването на разпадните продукти на В-мезоните, „произвеждани“ в В-фабриката KEKB в KEK в Цукуба – Япония, е открита друга нова частица X (3872) (в скобите е масата на частицата в MeV). Тази частица, наречена „мистериозният мезон“, тежи колкото един хелиев атом и е изключително краткоживеща. За да се обяснят нейните свойства, трябва да се предположи, че X (3872) е съставена от четири кварка – два кварка и два антикварка.

По-късно съществуването на X (3872) беше потвърдено и от експерименти в FNAL.

Друга частица, която може би също се състои от четири кварка, е открита при експерименти на В-фабриката PEP-II в SLAC. Тази частица е наречена  $D_s(2317)$ .

Предполага се, че пентакваркът се образува при сливането на  $K^+$ -мезон с неутрон в процеса на фотораждане на  $K^+K^-$ -двойка – фиг. 5.

В момента в JLAB се провеждат мащабни експерименти по изследване на свойствата на  $\Theta^+(1540)$  – спин, четност и естествена ширина.

При изследването на разпадните продукти на В-мезоните, „произвеждани“ в В-фабриката KEKB в KEK в Цукуба – Япония, е открита друга нова частица X (3872) (в скобите е масата на частицата в MeV). Тази частица, наречена „мистериоз-

## Нарушаване на зарядовата симетрия

Съгласно с предположението на В. Хайзенберг протонът и неutronът са две леко различаващи се състояния на една и съща частица, т. нар. нуклон (известната концепция за изоспина). И наистина много ядрени реакции протичат напълно идентично при замяната на протона с неutron и обратно. Тази симетрия на микросвета е наречена зарядова симетрия (CS). CS е ядренофизичен ефект и не трябва да се бърка със зарядовата (C) четност във физиката на частиците (замяната на всички частици с техните античастици).

Подобно на други симетрии, съществуващи в микросвета, CS не е пълна симетрия – съществуват примери за нарушаване на CS, т. нар. Charge Symetry Breaking (CSB).

Експерименти, проведени през 2003-2004 г. в циклотронните центрове IUCF в университета в Индиана – САЩ, и TRIUMF във Ванкувър – Канада, дадоха нови доказателства за нарушаването на зарядовата симетрия в ядренофизичните процеси.

Изучаването на CSB хвърля светлина върху причината, поради която протонът и неutronът имат леко различаващи се маси. В крайна сметка това се свежда до уточняване на масите на u- и d-кварките. QCD е приблизително инвариантна спрямо операцията за размяна на местата на u- и d-кварките. Но тази симетрия се нарушава поради наличието на макар и малка разлика в масите на u- (4 MeV) и d- (8 MeV) кварките и в техния електричен заряд: u (+2/3) и d (-1/3). Ако зарядовата симетрия не се нарушаваше, неutronът и протонът биха били напълно идентични частици. Всъщност, докато протонът е положително зареден, неutronът е неутрален. Той е и малко по-тежък, като се разпада по схемата:  $n \rightarrow p + e + \tilde{\nu}_e$ .

В IUCF се изучава реакцията:



Очевидно, въlnовите функции на D и  $\alpha$  са инвариантни спрямо размяната на местата на u- и d-кварките. Но въlnовата функция на  $\pi^0 = \frac{1}{\sqrt{2}} (u \bar{u} - d \bar{d})$  не е. Следователно, докато началното състояние на тази реакция е „четно“ спрямо размяната на u- и d-кварките, то крайното състояние е „нечетно“ – зарядовата симетрия забранява тази реакция. Следователно регистрирането на реакцията е пряко доказателство за CSB.

Ускорени в циклотрона на IUCF деutronи бомбардират деутериева газова мишена. Възникналите в резултат на реакцията хелиеви ядра се сепарират и детектират. Получаваните пиони имат много малко време на живот и се разпадат на двойка g-кванти, които също се регистрират.

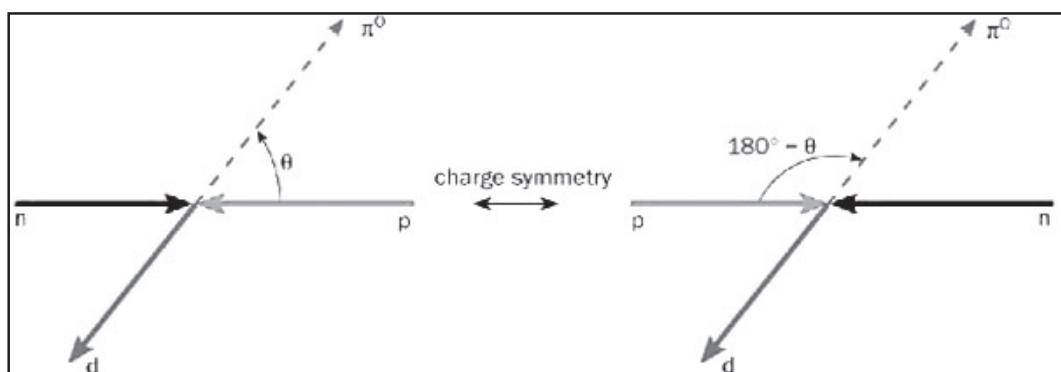
За период от 2 месеца в IUCF са регистрирани няколко десетки подобни реакции. Измереното сечение на реакцията се съгласува много добре с теоретичните модели.

В циклотронния център TRIUMF изучават друга реакция:



Сечението на тази реакция зависи от ъгъла  $\theta$  между направлението на налитация неутрон и отлитания пион. Ако зарядовата симетрия беше точна и не се нарушаваше, то сечението на реакцията в СЦМ би било симетрично спрямо стойността  $\theta = 90^\circ$  – фиг. 6.

Наличието на асиметрия в ъгловата зависимост на сечението на реакцията спрямо тази стойност е недвусмислено указание за CSB. Измерванията, проведени в TRIUMF, показват наличието на подобна малка асиметрия от 0.17 %.



*Фиг. 6. Изследване на нарушаването на зарядовата симетрия в реакцията*  
 $p + n \rightarrow D + \pi^0$

### Синтезиране на 113-ия и на 115-ия елемент

През 2002 г. в международната научна общност се разгоря грандиозен скандал, свързан с предполагаемото синтезиране в Националната лаборатория на САЩ в Бъркли (LBNL) на елемент с атомен номер  $Z = 118$ . След продължително разследване се оказа, че данните за това „откритие“ са фалшифицирани. За съжаление, основна роля в тази научна фалшификация изигра нашият сънародник д-р Виктор Нинов<sup>4</sup>.

След този скандал е съвсем естествено всяко съобщение за синтезирането на нови елементи да се посреща с известна доза скептицизъм.

Иeto, че през 2004 г. се появи съобщение за синтезирането наведнъж на два нови свръхтежки елемента с атомни номера  $Z = 113$  и  $Z = 115$ . За щастие в този случай всичко изглежда О.К. и достатъчно солидно.

Откритието е извършено от международен колектив, включващ физици от Лабораторията за ядриeni реакции (ЛЯР) на Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна и от Лоурънсовата национална лаборатория на САЩ в Ливърмор (LLNL). Експериментите са проведени в ЛЯР на циклотрона У-400 с помощта на специален газонапълнен магнитен сепаратор.

Първите свръхтежки (трансуранови) елементи бяха синтезирани в LBNL между 1940 и 1950 г. чрез използването на реакции на неutronен захват<sup>5</sup>. Като източник на неutronи е използван ядрен реактор. По този метод в LBNL е синтезирана цяла поредица химически елементи, до елемента със  $Z = 100$ , наречен Фермиум.

За синтезирането на по-тежки ядра този метод се оказва неприложим. Новото ядро се разпада, преди да има време да захвате достатъчен брой неutronи.

За синтезирането на елементи със  $Z > 100$  се използват ядриeni реакции с тежки йони.

Проблемът при този подход е, че новото ядро, получено при сливането на наливащото с висока енергия ядро и ядрото на мишната, е в силно възбудено състояние и има голяма вероятност то да претърпи спонтанно деление.

Пробивът е направен през 1974 г., когато в ЛЯР са открити т. нар. реакции с тежки йони на студено сливане. При този тип ядриeni реакции мишени от тежки елементи ( $Pb$ ,  $Bi$ ) се бомбардират с ускорени ядра, с маса, по-голяма от  $A = 40$ . Значителна част от кинетичната енергия на наливащите ядра се погльща в мишната и резултатното ядро се оказва много по-малко възбудено.

Използвайки реакции на студено сливане, физиците от Центъра за изследвания с тежки йони GSI в Дармщадт – Германия, успяха през 90-те години на миналия век да синтезират елементи със  $Z = 107$  до  $Z = 112$ . Елементът със  $Z = 110$  е наречен Дармщадтиум.

В същото време в ЛЯР под ръководството на Г. Н. Фльоров бяха синтезирани елементи със  $Z = 102$  до  $Z = 106$ . Елементът с атомен номер  $Z = 105$  беше наречен Дубниум.

За съжаление, вероятността за образуването на ново свръхтежко ядро при сливането на две тежки ядра спада експоненциално с атомния номер  $Z$ . Освен това съставното ядро, което се образува при реакцията на студен синтез, съдържа относително малък брой неutronи, далеч по-малко от магическите числа  $N = 162$  и  $N = 184$ .

Както е известно, слоестият модел на ядрото предсказва повишена стабилност на ядра със  $Z = 108$  и  $N = 162$  и със  $Z = 114$  и  $N = 184$ . За тези ядра теорията предсказва много по-големи времена на живот, т. нар. „острови на стабилност“<sup>6</sup> – фиг. 7.

В ЛЯР предлагат за синтезирането на свръхтежки ядра, съдържащи по-

голям брой неutronи, като бомбардиращо ядро да се използва ядрото  $^{48}\text{Ca}$ . Това е слаборазпространен (0.18 %) изотоп на калция, богат на неutronи (20 протона и 28 неutronа). Образуваното съставно ядро има енергия на възбудждане 30 MeV. Въпреки че това е все още голямо възбудждане, формирането на съставно ядро е все пак възможно.

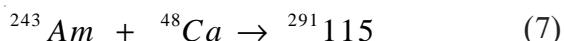
Експериментите стават възможни поради рекордната интензивност на циклотрона У-400 и поради изключителната стабилност на неговата работа, позволяща мишена да се облъчва продължително време. Самата мишена е от  $^{243}\text{Am}$  и е изработена в LLNL. Тази мишена се облъчва с ядра  $^{48}\text{Ca}$ , ускорени до енергия 248 MeV.

Съгласно с предсказанията на теорията в островите на стабилност свръхтежките елементи не претърпяват спонтанно деление, а а-разпад. В резултат на подобен а-разпад от елемент с атомен номер  $Z$  се получава дъщерено ядро с атомен номер ( $Z-2$ ), „ядро внуче“ с атомен номер ( $Z-4$ ) и т. н. В резултат на подобна серия от а-разпади се пресича островът на стабилност, докато се попадне в област, в която преобладава вероятността за спонтанно делене – фиг. 8.

Съгласно с предсказанията на теорията в островите на стабилност

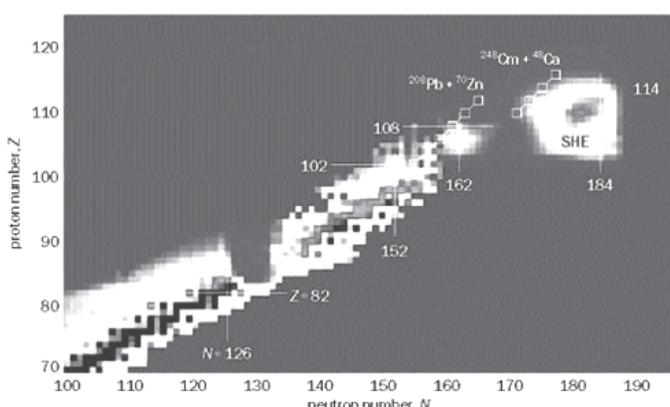
свръхтежките елементи не претърпяват спонтанно деление, а а-разпад. В резултат на подобен а-разпад от елемент с атомен номер  $Z$  се получава дъщерено ядро с атомен номер ( $Z-2$ ), „ядро внуче“ с атомен номер ( $Z-4$ ) и т. н. В резултат на подобна серия от а-разпади се пресича островът на стабилност, докато се попадне в област, в която преобладава вероятността за спонтанно делене – фиг. 8.

В експеримента е осъществена реакцията:

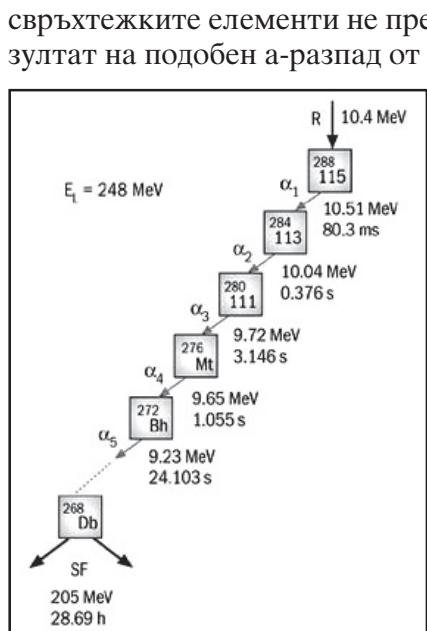


Ядрото на елемента  $Z = 115$  съдържа нечетен брой протони и неutronи, а това значително намалява вероятността за спонтанно делене.

Полученото ядро  $^{291}115$  има 30 MeV енергия на възбудждане и се освобождава от излишъка на енергия чрез изльчването три неutronа и един g-квант, преминавайки в ядро на изотопа  $^{288}115$ . Този изотоп също има не-



**Фиг. 7.** Острови на ядрена стабилност



**Фиг. 8.** Експеримент по синтезирането на елемент със  $Z=115$  в ЛЯР на ОИЯИ, Дубна

чен брой протони и неutronи. По-нататък той се разпада за 90 ms чрез излъчването на а-частица до по-лекия елемент със  $Z = 113$ . Елементът със  $Z = 113$  е много по-дългоживещ,  $T_{1/2} = 1.2$  s. Той, от своя страна, се разпада също чрез излъчването на а-частица и т. н., докато след пет последователни а-разпада не се стигне до елемента Db ( $Z = 105$ ).

Следователно в експеримента трябва да се регистрира последователност от пет а-разпада, като енергията и времето на излъчване на а-частиците са строго корелирани.

Цели 28.7 часа по-късно, т. е. на другия ден, се регистрират два сигнала при енергия 200 MeV от спонтанното делене на Db ( $Z = 105$ ).

В проведените в ЛЯР експерименти досега са регистрирани три подобни верижки от последователни  $\alpha$ -разпади.

Ако тези резултати се потвърдят, това ще е голям пробив в ядрената физика – съществено доближаване до острова на стабилност.

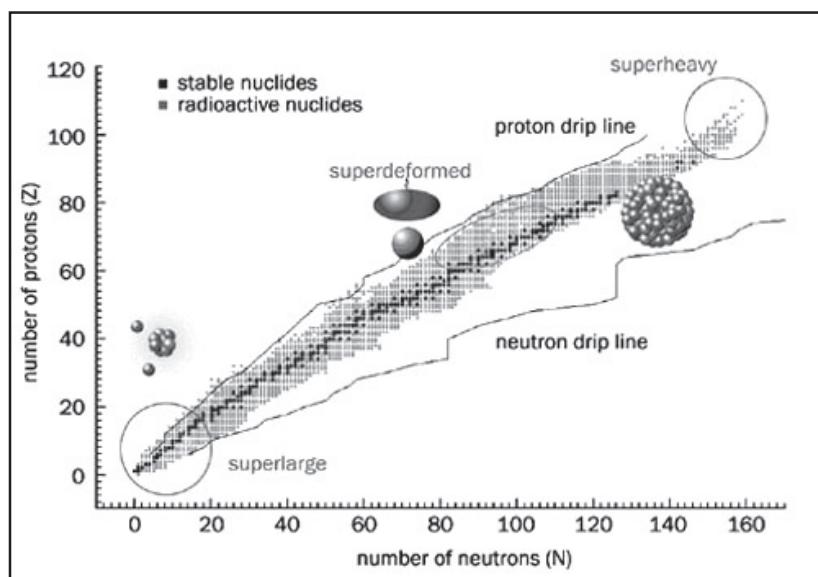
### Екзотични ядра

През 2004 г. продължиха изследванията на супердеформираните и свръхголемите ядра. Тяхното експериментално изследване е от голямо значение за проверка на различните ядрени модели.

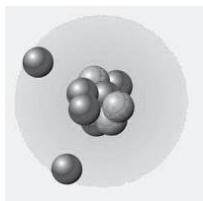
Известно е, че ядрата с неблагоприятно отношение на броя на протоните към броя на неutronите имат форма, която се отклонява силно от сферичната. Такива ядра приемат формата на цилиндър или пък на диск. Това са т. нар. „супердеформирани ядра“. Те притежават голям излишък на ротационна енергия и спектърът им се състои от серия от каскадни  $g$ -линии.

Друг тип екзотични ядра са свръхголемите ядра – фиг. 9.

С помощта на on-line изотопния сепаратор ISOLDE в CERN е получено голямо количество ядра  $^{11}\text{Li}$ . Това яд-



Фиг. 9. Екзотични ядра



*Фиг. 10. Модел на ядрото  $^{11}\text{Li}$*

ро има 8 неutrona и 3 protona. Radiusът на товаядро е почти равен на радиуса на  $^{208}\text{Pb}$ , а в същото време  $^{11}\text{Li}$  е 20 пъти по-леко ядро.

В ядрото  $^{11}\text{Li}$  два от неutronите са отдалечени на голямо разстояние от останалите нуклони, които образуват своеобразна сърцевина – фиг. 10. Енергията на свързване на двата неutrona от халото е само 300 KeV. Други свръхголеми ядра са:  $^{14}\text{Be}$ ,  $^{19}\text{C}$ ,  $^{17}\text{Ne}$ .

## Литература

1. B. Aubert et all. Phys. Rev. Lett., v. 92, 2004, No 24, p. 241802
2. B. Aubert et all. Phys. Rev. Lett., v. 92, 2004, No 25, p. 251802
3. B. Aubert et all. 2004 <http://www.arxiv.org/abs/hep-ex/0407057>
4. B. Jonson. Physics Reports, v. 389, 2004, p.1
5. CERN Courier, v.44, No 6, 2004, p. 5
6. CERN Courier, v. 44, No 8, 2004, p. 5
7. CERN Courier, September 2003, p.5
8. E949 Collaboration. <http://www.hep-ex/abs/0403036>
9. E949 Collaboration. Phys. Rev. Lett., v. 93, 2004, No 3, p. 031801.
10. E. van Beveren, G. Rupp. Phys. Rev. Lett., v.91, 2003, No 1, p. 012003
11. E. J. Stephenson et all. Phys. Rev. Lett., v. 91, No 14, 2003, p. 142302.
12. G. W. Bennett et al. 2004 <http://www.arxiv.org/abs/hep-ex/0401008>
13. <http://www.jlab.org/intralab/calendar/archive03/pentaquark>
14. Muon (g-2) Collaboration. Phys. Rev. Lett., v. 92, 2004, No 16, p. 161802.
15. Nature, v. 424, 03 July 2003, p.7
16. Phys. Rev. Lett. V. 93, 2004, p. 021601
17. X. Jensen et al. Rev. Mod. Phys., v. 76, 2004, p. 215
18. Y. Chao et all. 2004 <http://www.arxiv.org/abs/hep-ex/0407025>
19. Y. Oganessian et al. LLNL Report, UCRL-ID- 151619, 2003
20. Y. Oganessian et al. Phys. Rev. C, v. 69, 2004, p. 021609
21. Y. Oganessian et al. Phys. Rev. C, v. 69, 2004, p. 054607

## Бележки

<sup>1</sup> Виж Д. Динев, Ускорителният комплекс на CERN, Светът на физиката, № 2, 2000, стр. 118-130.

<sup>2</sup> Виж Д. Динев, Фабрики за частици, Светът на физиката, № 2, 2002, стр. 112-119.

<sup>3</sup> Виж Д. Динев, Синхротронното лъчение, Светът на физиката, № 3, 1998, стр. 162-167.

<sup>4</sup> Виж Св. Рашев, За законите на морала и честта в науката, Светът на физиката, № 3, 2003, стр. 241-249.

<sup>5</sup> Виж Н. Балабанов, Ядрената ойкумена, Светът на физиката, № 3, 2001, стр. 210-217.

<sup>6</sup> Виж Ч. Стоянов, Моделите на атомното ядро, Светът на физиката, № 2, 1998, стр. 82-90.

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

**Никола Балабанов**



В новия физически факултет на Римския университет и до днес се пази работната маса на Енрико Ферми. Тя е забележителна с това, че на нея са създадени някои фундаментални работи във физиката през 20-те-30-те години на минаващия век. Но масата пази „спомени“ и за други събития. При по- внимателно вглеждане на нея може да се види значителна пукнатина – следа от юмрука на един от сътрудниците на Ферми. Той бил силно раздразнителен и веднъж в яда си гневно ударил по масата, от което останал и досега видим белег. Заради харектера му приятелите го наричали Василиск. Според тях той приличал на онова легендарно чудовище, което мятало пламъци от очите си, когато е ядосано.

Василиск е прякорът на италианския и американски физик Емилио Джино Сегре, участвал в откриването на бавните неutronи, открил два нови химически елемента, открил антипротона. Попълвайки таблиците на изотопите, на химичните елементи и на елементарните частици, той напълно съответства на образа на съвременния „алхимик“.

През 2005 г. – Световна година на физиката, се навършват 100 години от неговото раждане и 50 години от най-голямото му откритие – антипротона. Статията е посветена на тези две годишнина.

## Моята „среща“ с Емилио Сегре

Моето поколение, поело пътя към изучаването на ядрото, имаше като библия тритомната монография „Экспериментальная ядерная физика“, написана под редакцията на Е. Сегре. Тя съдържаше общо 1800 страници, но струваше около 10 лева, което беше по Джоба дори за бедния студент по онова време. Заедно с теоретичната ядрена физика на Блат и Вайскопф томовете на Сегре бяха най-ценните книги за следвоенното ядрено поколение у нас, а може би и в света.

Като дипломант към Физическия институт на БАН през 1960 г. аз полз-

вах като „буквар“ книгите на Сегре и имах възможност да се насладя на съприкосновението си с неутронната физика, която по-късно стана моя съдба. Ние, дипломантите на проф. Васил Христов, подготвяхме неутронните методики за строящия се реактор ИРТ-2000. Главното достойнство на дипломната ми работа беше, че резултатите съвпадаха с онези, посочени в монографията на Сегре.

### От раждането до посвещаването във физиката

Емилио Джино Сегре е роден на 1 февруари 1905 г., в гр. Тиволи – малко градче в Централна Италия, намиращо се на около 40 км от Рим. Градът е известен с красивата природа и с историческото си минало. През него минава река Аниена, приток на Тибър, а наблизо са прочутите водопади Тиволи, с височина 160 м. От времето на Триумвирата и на експанзията на Римската република тук са запазени храмове, паркове, вили на знатни граждани и други забележителности.

Роден в семейство на фабrikант – собственик на фабрика за хартия, Емилио Сегре израства в делова обстановка с отрано развит нюх за целесъобразни действия, с твърде сериозен характер и с внимателен подход към хората и действията. Влечението към приложна дейност го ориентира към Инженерния факултет на Римския университет (1924 г.). През лятото на 1927 г. Сегре попада в компанията на Енрико Ферми (и неговия приятел Разети), на когото току-що е поверено ръководството на една от физическите катедри в университета.

По това време Ферми вече е набрал заряд от почти двегодишното си пребиваване във Флоренция (от януари 1925 г. до есента на 1926 г.), където е работил като временен професор. Флорентинският период, макар и кратък, е важен етап от биографията на Ферми. В Института по физика, разположен на хълма, където е работил и починал Галилео Галилей, 25-годишният Ферми е написал знаменитата си работа по статистическа механика на частици, подчиняващи се на принципа на Паули.

(С носталгия си спомням за моя едномесечен престой във Флоренция заедно с покойния вече колега и приятел М. Митриков. В романтичната обстановка на този град, възвестил „зазоряването“ на новата европейска култура, аз направих последния завой в творческата си траектория – към медицинската физика).

Е. Сегре започва да посещава семинарите на Ферми и често да прекарва свободното си време в неговата компания. Не всичко в тази компания допадало на неговия сериозен характер. Ферми например обичал да играе „на бълхички“ – измислена от него игра, в която на масата се пуска малка монета и се следи нейният отскок. Победител бил онзи, чиято монета „бълхичка“ подскачала най-високо. Почти винаги победител излизал Ферми. Сегре не

криел презрението си към тази игра и към други според него глупави шеги и забави. Но той не бил от хората, които прибързано и едностранино разсъждавали и преценявали. Скоро разбрал, че Ферми и Ризети са необикновени хора, а не никакви повърхностни личности, както изглеждало на пръв поглед.

Под влияние на новите си приятели Сегре започнал да чете книги по физика, но не бързал да приеме предложението да се прехвърли във Физическия факултет.

През септември 1927 г. Ферми и Ризети заминали на международен конгрес по атомна физика и взели със себе си любознателния студент Сегре. Конгресът, посветен на 100-годишнината от смъртта на Волта, се провеждал на брега на романтичното езеро Комо и в него участвали всички светила на физиката по онова време. Ето как съпругата на Ферми – Лаура, описва поведението на начинаещия учен на тази конференция (в книгата си „Атомите в нашия дом“, която съм ползвал при написването на статията):

„– Кой е онзи човек с такъв кротък вид и с непонятно произношение? – запитал Сегре своите ментори.

– Това е Бор.

– Бор? И какъв е той?

– Нечувано! – възмутил се Ризети. – Ти никога ли не си слушал за атома на Бор?!

– А какво представлява атомът на Бор?

Ферми му обясnil за какво става дума. Тогава Сегре започнал да разпитва за другите физици и за техните открития. Комптьн, Лоренц, Планк; ефект на Комптьн, постоянна на Планк... Сегре научил маса нови неща за физиката. И това много му харесало.“

### „Момчетата“

Връщайки се от конференцията, Сегре вече не се колебаел и записал IV курс във Физическия факултет. Веднага се включил в групата на Ферми. Към нея се присъединил и първокурсникът Амалди. Лаура Ферми пише в книгата си:

„Когато тези четиримата се събраха за пръв път – двама преподаватели (Ферми и Ризети) и двама студенти (Сегре и Амалди), всички бяха още много млади – имаше седем години разлика между най-младия и най-стария сред тях. Всички еднакво обичаха спорта, игрите, обичаха да плуват в морето, да правят продължителни разходки, да организират екскурзии, да се катерят по планините, да играят на тенис.“

Ферми, Ризети, Сегре, Амалди и Персико – известни по-късно като „момчетата от улица Панисперна“ (така галъвно ги нарича тогавашният декан

на Физическия факултет и покровител на Ферми – проф. Корбино), образували ядрото на онази клетка, която в продължение на много години работила задружно върху проблеми на зараждащата се ядрена физика. Техните характеристи така се допълвали, че с годините отношенията им преминали в неразрывна дружба.

През следващата година към групата се присъединил Етоле Майорана – студент от Инженерния факултет, който под влияние на Сегре се прехвърлил във Физическия. Майорана е едно от ранните „открития“ на Сегре. Той го представил на Ферми като изключително способен младеж, в което скоро всички се убедили. С твърде странен характер, но с необикновени способности, той бързо си намерил място сред „ момчетата“.

Етоле Майорана е една от най-интересните и нестандартни фигури във физиката на XX-то столетие, с почти легендарен талант и с твърде мистериозен завършек.

### Школата на Ферми

Естествен лидер на римската група не само по възраст, но и по енциклопедичните си знания и с изключителния си нюх на изследовател, станал Ферми. Той сформирал школа, която след години застанала на предния фронт на физиката.

„У нас се създаваше впечатление, че Ферми е валяк, който се движи бавно, но не познава препятствия“ – пише в спомените си Сегре. А за климата в групата дава следната характеристика: „Скоростта на формирането на младия физик в школата на Ферми беше невероятна. Разбира се, в значителна степен това беше обусловено от огромния ентузиазъм, събуден у младежа – съвсем не с поучения и „проповеди“, а чрез красноречието на примера. Който прекарва известно време в Института на улица Панисперна, се превръщаше в човек, напълно погълнат от физиката.“



Твърде любопитно разказва Сегре за влиянието на Ферми и върху поведението на своите сътрудници приятели: „Съвместният ни живот и активното ни участие в дейността на групата намериха смешно отражение в това, че всички започнахме да говорим със странен акцент. И Ферми, и Разети говореше с нисък глас – бавно, със странни модулации, като го понижаваха постепенно. Това беше възприето несъзнателно от всички. Разказваха, че един от групата случайно се заприказвал със спът-

ника си във влака и бил много учуден, когато онзи го попитал дали не е физик от Рим. Колегата се заинтересувал какво е позволило събеседникът му да познае и получил следния отговор: „Вашият начин на говорене.“

За тази страна от живота на групата разказва и друг ученик на Ферми – Бруно Понтекорво, присъединил се по-късно към нея: „На провинциалния студент от Пиза начинът на живот в този колектив действаше зашеметяващо. Трябва да кажа, че даже навиците на колектива, които след време вече не ми се струваха толкова положителни (неосъзнато подражание на Ферми, известна професионална деформация, не съвсем обоснована самоувереност вън от областта на физиката), тогава ми направиха колосално впечатление.“

### Прякорите

Някак си естествено, според характерите на отделните личности и ролята им в групата те получили прякори, с които се обръщали помежду си почти до края на живота си.

Напълно заслужено Ферми бил признат за „папа“ – баща на групата. Покъсно заради огромния му авторитет сред физиците това прозвище добива международно признание. Неслучайно, когато той емигрирал в САЩ, някои вестници сравнили това събитие с евентуалното преселване на папата на католическата църква от Рим във Вашингтон.

Разети бил провъзгласен за „кардинал – наместник на папата“. Когато Ферми не бил в Рим, той го замествал. Майорана бил заклеймен като „велик инквизитор“ заради придирчивия му характер и навика му никога да не се съгласява с предложените математически изводи и винаги да настоява за тяхната проверка. В споровете само той бил равностоен на Ферми.

Сегре получил прозвището Василиск. В римската митология Василиск е чудовище-змей. Според Плиний Старши то притежавало свръхестествени способности и можело да прави невероятни неща. Чудовището можело да убива с поглед. От очите му бълвали пламъци, от които тревата пресъхвала, а скалите се напуквали.

Сегре получил този прякор заради прекалената си раздразнителност. Веднъж на семинар, когато той говорил, някой се опитал да го прекъсне. В яда си Сегре гневно удариł с юмрук по масата, следите от което и до днес могат да се видят на нея. Приятелите му казвали, че подобно на легендарното чудовище, когато е ядосан, той мята пламъци от очите си и всичко по пътя им се напуква.

### Навлизането в науката

През 1928 г. Сегре защитава докторска дисертация под ръководството на Ферми. През 1930 г. става асистент, а през 1932 г. – доцент в Катедрата по физика.

По това време Ферми търси място за своята група в голямата физика. Той разпраща сътрудниците си по утвърдените европейски изследователски центрове, за да се запознаят и усвоят нови методики и идеи. Сегре заминава за Хамбург в института, ръководен от Ото Щерн. Задачата му е да изучи методиката на експериментите с молекулярни спонове. (За тези експерименти Щерн получава Нобелова награда през 1944 г.) След това посещава лабораторията на П. Зееман в Амстердам. Зееман е получил Нобеловата награда още през 1902 г. за откриване на влиянието на магнитното поле върху атомните спектри.

Както се вижда, още в началото на своя път като учен Сегре общува с лидерите на физиката по онова време. Този подход той запазва през целия си живот и това му осигурява успехите.

1932 г. е велика за ядрената физика. Тя е ознаменувана с откриването на неutrona, на позитрона, на деutrona, с първите теории за ядрото и с конструирането на първите ускорители. Никак не е случайно, че Ферми и неговата група се преориентират от проблемите на атомната физика към тези на атомното ядро.

Скоро римската група добива известност сред европейските среди най-вече благодарение на работата на Ферми по теорията на бета-разпадането. През 1933 г. той въвежда нов тип взаимодействие – слабото взаимодействие, и обяснява непрекъснатия характер на бета-спектрите с помощта на идеята за съществуване на неутрино-частици (изказана от В. Паули). Тази работа става един от основополагащите трудове в ядрената физика.

Благодарение на придобития опит в началото на 30-те години Сегре работи заедно с Ферми по изучаване на влиянието на ядрения спин върху свръхфината структура на спектралните линии. През 1933 г. те публикуват обща работа по теорията на това явление.

### Знаменитата 1934 година

Началото на годината е ознаменувано с едно голямо откритие, направено от съпружеската двойка Фредерик Жолио и Ирен Кюри в Париж. Те откриват, че под действието на алфа-лъчите някои елементи стават изкуствено радиоактивни.

Ферми реагира светкавично на новината. Доказал своите възможности като теоретик, той без колебание се превръща в ревностен експериментатор по търсене на нови радиоактивни изотопи. Но неговият подход е различен от този на съпрузите Жолио-Кюри – той решава да използва като активиращи частици неutronите. На пръв поглед изследванията са безперспективни – неutronните източници са далеч по-слаби от алфа-източниците (един неutron се ражда под действието на  $\sim 104$  алфа-частици върху берилиева мишена).

Но Ферми разчита на предимството, което неговите снаряди притежават – неutronите нямат електричен заряд и това им позволява значително по-лесно да проникват до и вътре в ядрата.

Изследователският нюх на Ферми му подсказва и друго – опитите трябва да се проведат експедитивно и масирано. Затова той извиква на помощ Сегре и Амалди. Първите опити са безуспешни. Неutronният източник е с много слаб интензитет. На помощ идва съседна лаборатория. Оказва се, че Департаментът по здравеопазване притежава радиев източник с голяма активност. Неговият директор Джулио Трабани щедро преотстъпва този източник на групата, поради което си спечелва прозвището „Божа работа“. Радиевият изотоп, смесен с берилиев прах, се превръща в интензивен неutronен източник.

Ферми пристъпи към реализиране на своята идея. Групата започнала да облъчва елементите по реда им в периодичната система. При водорода не бил наблюдаван никакъв резултат (облъчвали вода). Следващите елементи – литий, берилий, въглерод, азот, също се държали „безразлично“ към неutronите. Едва при деветия елемент – флуора, бил наблюдаван никакъв слаб ефект.

На 25 март Ферми изпраща първото съобщение за резултатите на групата. Той отново проявява своите организаторски способности, като разпределя между сътрудниците задълженията по подготовката и провеждането на експериментите.

### Усьърдието на Сегре

Сегре е натоварен с набирането на елементите за облъчване и се справя блестящо с тази задача. Припомняйки неговия произход, Лаура Ферми обяснява: „От ранно детство Емилио бе слушал разговори за пари, продажби, покупки и акции. Поради това в него се беше появил не само интерес, но и никакъв нюх, който му позволяваше да съди за изгодността или неизгодността на една или друга финансова операция.“

Твърде живописно съпругата на Ферми разказва за действията на Сегре:

„Емилио се отправи в поход с чанта, като взе със себе си списък, надраскан от Енрико на лист хартия. Периодичната таблица не беше подходяща за тази цел, защото с много елементи можеше да се работи не в чист вид, а в съединения. Емилио се отправи към синьор Троколи – най-големия римски търговец на химикали. Тъй като синьор Троколи бил възпитан от свещеник, можел да беседва с Емилио на латински език.

Неочаквано се оказа, че да се работи със синьор Троколи е изключително полезно. Емилио изчерпал изцяло списъка и натъпкал чантата си с едва ли не всички химикали, които и днес могат да се намерят само в най-добрите

химически магазини. При това синьор Троколи проявил необикновено отсъствие на каквато и да е корист. Когато разглеждали списъка и Емилио стигнал да цезия и рубидия (два меки сребристи метала, твърде рядко използвани в химията), синьор Троколи снел бурканите от най-високата и най-запрашената полица и казал:

– Това можете да получите бесплатно. Тези елементи лежат на полицата вече 15 години и нито веднъж някой е попитал за тях.

Прегърбен от тежестта на претъпканата чанта, но извънредно доволен, Емилио се върна във Физическия факултет.“

Благодарение на усърдието на Сегре за 2-3 месеца са изследвани около 60 елемента. В 40 от тях е открита някаква слаба радиоактивност. За своите резултати групата изпраща съобщения почти всяка седмица. Те се публикуват в местното списание „Ричерка шентифика“ („Научни изследвания“). Благодарение на това, че в него работи съпругата на Амалди – Джинестра, статиите излизат до две седмици.

За работата през онези ударни месеци на 1934 г. Сегре пише: „Неутронните изследвания бяха проведени така бързо само защото се изпълняваха от малка група, която работеше в пълна хармония и без административни препятствия.“

### Ръдърфорд „дава рамо“

Наред със статиите Ферми изпратил около 40 писма до най-известните специалисти по ядрена физика. До настъпването на лятото програмата за изследвания била изпълнена и резултатите – обобщени в голяма статия, която в началото на юли Сегре и Амалди занесли в Кеймбридж, на вниманието на „бащата“ на ядрената физика – Ъ. Ръдърфорд.

В писмото си до Ръдърфорд Ферми го молил да приеме неговите сътрудници в Кавендишката лаборатория, за да се запознаят с възможностите на ускорителя, конструиран от Кокрофт, като източник на неutronи.

Сегре и Амалди били посрещнати радушно от Ръдърфорд, обсъдили с него резултатите от своите опити и му предали подготвената статия. Сегре се осмелил да го попита не може ли да ускори нейното публикуване, на което Ръдърфорд шеговито подхвърлил: „А според Вас аз защо съм президент на Кралското дружество?“. Редактирана от него, статията била предадена за публикуване на 25 юли.

Пребивавайки в Кеймбридж, Сегре и приятелят му имали възможност да се запознаят с добилите вече известност сътрудници на Ръдърфорд: Чадуик (открил през 1932 г. неutrona), Астон (доказал съществуването на изотопите), Кокрофт (един от пионерите на ускорителната техника), чиито постижения по-късно ще бъдат отличени с Нобелови награди. Понякога младите

италианци срещали по алеите на научното градче да се разхожда престарелият Дж. Дж. Томсън – символ на зората в атомната физика.

### Две „лирични отклонения“

На това място ми се иска да припомня, че в тази обстановка през следващите години попада и нашата сънародничка Елисавета Карамихайлова. За нейната драматична съдба вече няколко пъти е писано, но все пак българската физика и дължи още внимание. След десетгодишна работа във Виенския Радиев институт чрез конкурс тя става стипендиант на Кеймбридж и работи там от 1935 до 1938 г. Предполагам, че също с вълнение е срещнala учениите реликви Томсън и Ръдърфорд, че е слушала на семинарите своите колеги от знаменитата лаборатория. И във Виена, и в Кеймбридж Е.Карамихайлова се е занимавала с проблеми, сходни с тези, които са изследвали Жолио-Кюри и Чадуик, а също и групата на Ферми, но както самата тя пише в спомените си, „не е имала достатъчно късмет“, за да стигне до техните изводи.

След лятната ваканция на 1934 г. групата на Ферми отново се събира и продължава изследванията с неutronите, като усъвършенства методиката на експериментите. По това време към нея се присъединява 21-годишният Бруно Понтекорво. Лаура Ферми гальовно го нарича „хлапе“ и го описва като „необикновено красив, с удивителна пропорционалност на фигурата“, както и с „добри маниери, които при него бяха природен дар“.

Съблазнява ме мисълта да направя още едно отклонение от моя разказ, посветено на Понтекорво. Срещнах го за пръв път в Московския университет през 1966 г., а след това – по време на дългогодишното ми сътрудничество с ОИЯИ – Дубна, имах възможност много пъти да присъствам на семинари и конференции с негово участие. В този смисъл професор Понтекорво е моята „жива връзка“ със знаменитата римска група, и по-специално – с Ферми и Сегре. Затова винаги с вълнение и въодушевление го слушах. А речта му беше изключително интересна – винаги емоционална, съпроводена с жестикулации, с приятно начупен руски език и, разбира се, пропита с опита и мъдростта на голям физик.

### Неочаквано хрумване и „аномален“ резултат

Известна неповторимост на резултатите, свързана с нееднаквите условия на измерванията, накарала групата да прецизира геометрията на опитната постановка. Наред с останалите подобрения бил изработен и някакъв оловен клин, който да се поставя между неutronния източник и образца за облъчване (най-подходящ материал се оказало среброто) и чрез него да се варира неutronният поток.

Сутринта на 22 октомври 1934 г. Ферми неочаквано променил планираните опити и вместо оловния клин поставил парче парафин на пътя на неutronите. Активността на облъченото сребро рязко се повишила.

Резултатът бил неочакван. Въпреки възбудата, верен на своя характер – да не бърза и да премисля, Ферми наредил да прекъснат измерванията. По време на обедната почивка в главата му вече била оформена идеята за забавянето на неutronите при взаимодействието им с ядрата на леките елементи и за предимствата на бавните неutronи в процеса на активиране.

Вълнуващото събитие, станало следобед на същия ден, е описано от Лайра Ферми:

„Хайде да опитаме какво въздействие ще окаже върху активността на среброто голямо количество вода – предложи Енрико.

По-добро място, където да има „голямо количество вода“, от фонтана със златните риби в градината зад лабораторията не можеше да се измисли...

От само себе си се разбира, че, когато им потрябало „голямо количество вода“, Ферми и приятелите му се сетили за този фонтан. На същия ден, 22 октомври, те замъкнали своя неуронен източник и своето сребърно цилиндърче до фонтана и ги пуснали във водата. Аз съм убедена, че златните риби, макар и попаднали под неуронен обстрел, са се държали много по-спокойно и с по-голямо достойнство от онази купчина физици, събрани около фонтана...“

Картината действително била прелюбопитна, а резултатите надминали очакванията. Надвесените над брояча Ферми, Сегре, Разети, Амалди и Понекторво станали свидетели на стократно увеличена активност.

Възбудждането било изключително голямо. Същата вечер всички се събрали у Амалди и започнали колективно да съчиняват съобщение за откритието си. Ферми се опитвал да диктува, а Сегре записвал. Но всички искали да вземат участие, всеки искал нещо да добави. Започнали да се надвихват, възбудено шарили по стаята; вдигнал се голям шум. След това прислужницата на семейство Амалди попитала стопанката, от какво са се напили техните гости.

Статията била оформена същата вечер. Джинестра я преписала на машината и на другия ден я занесла в „Ричерка шентифика“. Статията започвала така: „При провеждане на експеримента за изучаване на изкуствената радиоактивност на среброто, предизвикана от неutronи, ние забелязахме следната аномалия в процеса на активиране: слой парафин, с дебелина няколко сантиметра, поставен между източника на неutronи и среброто, увеличава, а не намалява активността.“

Работата била написана в телеграфен стил, но носела огромен заряд. По

същество в ядрената физика било направено епохално откритие – забавяне на неutronите и въздействието на бавните неutronи върху атомните ядра. Оттук нататък започва триумфалният ход на неutronната физика, който води до десетократно разширяване на „географската карта“ на изотопите, до откриването на ядреното делене, до построяването на ядрен реактор и създаването на нов клон в енергетиката – ядрената.

Откритието на „момчетата“ било бързо оценено от научната общественост и техният ръководител и вдъхновител – Енрико Ферми, бил удостоен с Нобеловата награда по физика за 1938 г.

### Пропуснато откритие, благословено от Бога

Законите за запазване, на които се подчиняват ядрените реакции, подсказват, че облъчването с неutronи води най-често до получаване на елемент от следващата клетка на периодичната система. Например при облъчване на сребърна пластинка (изотоп  $^{107}\text{Ag}$ ) протичат следните ядрени превръщания:



Радионуклидът  $^{108}\text{Ag}$  е  $\beta$ -радиоактивен и при изпускане на  $\beta^-$  частици (и неутрино) се превръща в стабилен нуклид  $^{108}\text{Cd}$  (с период на полуразпадане 2,3 минути).

Естествено възникнала дръзката идея: а какво ще стане, ако се облъчват ядрата на последния елемент, открит дотогава в състава на земната кора – урана. Би трябвало да се получи следващият, задурановият елемент.

В групата на Ферми започнала трескава дейност по търсене на трансуранови елементи. Действително при облъчване на уранови образци били наблюдавани радиоактивности с неизвестно дотогава характеристики. В стремежа за приоритет Ферми съобщил за откриването на два нови елемента, дори ги „кръщава“ – 93-тият елемент е наречен Авсоний, а 94-тият – Хесперий.

Заедно с римската група в надпреварата за търсене на трансуранови елементи се включили ядрените лаборатории в Париж, Беркли, Кеймбридж, Цюрих. Всички били убедени, че наблюдават изотопи на елементи, близки до урана. Дори когато Ида Нодак отхвърлила изводите на Ферми и Жолио-Кюри за получаване на трансуранови елементи и изказала хипотезата за възможно разцепване на урановото ядро на няколко големи ядрени къса – изотопи на известни елементи, учените не прозрели истината. Смятало се за невероятно неutronи с енергия 1-2 електронволта („бавни“ неutronи) да са в състояние да разцепят ядрото, което преди това е устоявало на атаката на частици, носещи милиони пъти по-голяма енергия.

Солучливо сравнение на тази реакция прави Роберт Юнг в книгата си

„По-ярко от хиляди слънца“: „Все едно по време на война някой да предложи на артилеристите, които безуспешно са водили огън със снаряди от най-едър калибър по укрилия се в подземни скривалища противник, да се опитат да постигнат успех с помошта на топки за пинг-понг.“

По същество, както групата на Ферми, така и другите групи, които облъчвали уран с неutronи, са наблюдавали ядрено делене. Но никой сред физиците не е подозирал за протичането на такава реакция, защото им се струвало, че тя противоречи на законите за запазване на енергията. Едва в края на 1938 г. Хан и Щрасман доказали, че продуктите на посочената реакция са „парчета“ от деленето на урановите ядра.

Емилио Сегре, който участва в неправилно изтълкуваните експерименти с урана през 1934-1935 г., дава още едно обяснение на пропуснатото от римската група откритие. По онова време Италия е водила война с Абисиния и напрегнатата политическа обстановка в значителна степен отклонявала вниманието на физиците от изследванията, които провеждали. Вместо да обсъждат неутронните бомбардировки, Ферми и неговите сътрудници по-често обсъждали бомбардировките на абисинските крепости.

Всяко зло – за добро! Трудно може да се каже каква щеше да бъде съдбата на света, ако откриването на ядреното делене беше станало 3-4 години по-рано. Може би Втората световна война щеше да има друг ход и друг победител! На погребението на своя учител през 1954 г. Сегре споделя: „Бог по някакви свои непостижими мотиви ни направи по онова време всички нас слепи по отношение на разцепването на ядрата.“

(Продължава в кн. 3/05)

# ВИТАЛИЙ ЛАЗАРЕВИЧ ГИНЗБУРГ ПРЕД СЪДА НА ВИСШАТА АТЕСТАЦИОННА КОМИСИЯ НА СССР\*

А. С. Сонин

Особено място в борбата на ВАК с „космополитите“ заема делото на В. Л. Гинзбург, тогава млад доктор на физико-математическите науки, впоследствие световноизвестен учен, академик, лауреат на Нобеловата награда по физика за 2003 г.

По това време (1946 г.) Гинзбург работи във Физическия институт на АН на СССР (ФИАН) и заема длъжността заместник завеждащ на Теоретичния отдел. По съвместителство от септември 1946 г. той възглавява и Катедрата по излъчване и разпространение на електромагнитни вълни на университета в гр. Горки.

На 30 юни 1946 г. Научният съвет на университета в Горки единодушно избира Гинзбург за професор и го представя пред Висшата атестационна комисия за утвърждаване на присвоеното научно звание. Документите по процедурата са разгледани на заседание на ВАК, на 4 септември 1947 г. И тук възниква сложна колизия – Д. Д. Иваненко обвинява Гинзбург в премълчаване на постиженията на родните физици и пропагандиране на чуждестранните приноси.

Поради важността на проблема нека се обърнем към стенограмите на обсъждането.

*Иваненко. Като че ли формално всичко е наред. Гинзбург е защитил докторска дисертация. В нея има редица грешки, които той сам призна в печата. Сега няма да говоря за тях: дисертацията е утвърдена, срокът за възражения е минал. Но аз съм силно смутен сега, когато е необходимо да гласувам за присвояване на високото професорско звание на Гинзбург. Използвам случая да обърна вниманието на членовете на ВАК на недопустимото според мен поведение на доктор Гинзбург в печата през последните години.*

*Гинзбург, който заема отговорно място като секретар на списанието на физическата серия на Академията на науките и като сътрудник на централен институт в Москва, напълно цинично премълчава работи на автори, неудобни за него, в частност – на редица мои ученици, като проф. Соко-*

\* Част от статията на А. С. Сонин „ВАК СССР в послевоенныe годы: наука, идеология, политика“, Вопросы Истории, Естествознания и Техники, кн. 1, 2004, стр. 18–63.

лов или Дурандин, загинал по време на войната. Гинзбург премълчава всички тези работи и с това дезинформира нашата младеж, дезинформира нашата съветска общественост. Това минава всякакви граници. По този повод аз притежавам много материали. Става дума например за статията „Успехите на физиката“ от 1947 г., посветена на актуалния въпрос за теорията на ядрените сили. Това е проблем, по който работеши доста голяма група. В статията са използвани резултати на всички автори, които са работили в тази област, в частност – и нашите, но фамилиите ни са пропуснати.

Такова неуважение към съветските автори върви ръка за ръка с безразборното цитиране на чуждестранни автори. Тук се срещат смехотворни неща. Гинзбург се позовава на чужденеца Паули по теорията на затихването, която е извънредно важна, но премълчава работите на Соколов, направени едновременно, известни на всички, защитени у нас, чийто приоритет е признат от чуждестранните автори. Съществува книга на Паули, крупен съвременен физик, чието име е известно на всички. А Паули подчертава приоритета на Соколов.

Гинзбург цитира всички, освен нашите съветски автори. Това е неуважение към нашите съветски автори, цинично премълчаване, което върви ръка за ръка с необходимостта да се цитират чуждестранните работи.

Всички тези обстоятелства са изложени в писмен вид, съществуват всички доказателства и техният брой може да бъде увеличен. Съществуват десетки примери.

За мен е ясно, че такова поведение е недопустимо. Не мога да допусна моите ученици да бъдат охулвани, мой аспирант, който загина във войната, ще бъде по такъв начин зачеркнат въобще от съветската наука.

Поведението на Гинзбург получи в печата известен обществен резонанс. Ние получихме десетки писма от различни градове по повод на тази статия, в които се изразява учудване от странното поведение на Гинзбург.

Ще се позова на заявлението на ректора на МГУ проф. Галкин, който също отбеляза това обстоятелство. Самият аз обърнах внимание на професор Конобеевски като член на редколегията, че е допуснал тази статия, без да защити елементарната чест на университета.

Това поведение на Гинзбург намери отражение и в публичното изказване на акад. Немчинов на разширения Научен съвет, което е публикувано в „Литературная газета“. И то стана широкоизвестно. Такова премълчаване на съветските автори за сметка на прокарването на чуждестранни автори, макар и уважавани, според мен е недопустимо...

Трябва ли ВАК да се занимава с това? Разбира се, ВАК трябва да се занимава с това, но въпросите на приоритета, въпросите на етиката ... все пак и

с тях трябва някой да се занимава. Става дума не за деквалификация на Гинзбург, но работата е в това, че ние му присъждаме високо звание, даваме му катедра, от която той, очевидно, ще провежда същата политика на деzinформация, и затова ВАК не може да си затваря очите пред това.

Доказателства имам много. Поведението на Гинзбург получи вече известен резонанс. Моето мнение е ясно. Аз се обръщам с въпрос: Как да се постъпи в този случай? Никой не иска да го задържа, не става дума за това. Той е способен човек. Но можем ли ние да не обръщаме внимание на такива моменти? Ако всички наши разговори, статии за взаимно уважение, за приоритетите на съветската наука, за честта на съветските учени, ако всичко това е сериозно, тогава не трябва да се поощряват такива прояви. Става дума за поведението на определени групировки. Ако не се дадат убедителни аргументи, аз не мога да гласувам. Този въпрос трябва да се изясни. Нека университетът в Горки да обърне внимание на това.

**Вавилов.** Струва ми се, че въпросът, по който говори проф. Иваненко, няма отношение към въпроса за квалификацията на Гинзбург. У нас съществува Съд на честта и мисля, че този въпрос трябва да се постави там.

Трябва да кажа, че Гинзбург е много голям физик-теоретик. Той е млад и много талантлив, разностранен, работещ в най-разнообразни области с голям успех. Например има много интересни работи в областта на радиото, свързани с разпространението на радиовълните, прекрасни работи в областта на оптиката, а също и по въпроси, свързани с физиката на атомното ядро.

Днес като директор на Физическия институт получих молба от университета в Горки да командировам при тях Гинзбург за известно време, като в писмото е дадена най-ласкова характеристика за него като професор в тамошния университет, като лектор, който привлича вниманието на широки кръгове – не само университетски, но и от целия град, който оказва голямо влияние върху изследователската работа, предлага нови теми. Тази характеристика е дадена от проф. Грехов.

Свързвайки тези две обстоятелства – крупен учен и добър професор – аз не виждам никакви основания за отказ от присъждане на научната степен.

Що се отнася до цитирането, разбира се, заслужава поощрение, че не цитира съветските автори. Но всеки има свой маниер. Има автори, които не цитират никого, има и такива, които цитират всички до най-дребни неща. Между тях съществува всякаква градация. Сега е дало отражение специфичното отношение към проф. Иваненко и неговите сътрудници. Мисля, че това е въпрос на лични отношения и сега не си струва ВАК да се занимава с това. Ако пък смятате, че въпросът е сериозен, то тогава той трябва

да се отнесе до съответния Съд на честта в Министерството на висшето образование.

**Кляцкин.** Не съм запознат с въпроса и мога да кажа само относно радиото. Между радиостите Гинзбург се ползва с голям авторитет и, разбира се, званието професор той го заслужава напълно. От научна гледна точка против него няма и не може да има никакви възражения.

**Юрев.** Към това, което говори проф. Иваненко, трябва да се подходи внимателно. Полемизира се по различни теми. Например някои работи се повтарят от други позиции... А след това се казва, че Гинзбург прави един или друг извод и се тръгва от такава позиция. С други думи текат паралелни изводи: човекът е съветски, формално при него всичко е наред.

Относно това, че той не цитира някои автори. Но мен никой не може да ме застави да цитирам проф. Н, защото той има множество противоречия с Нютон. Хората работят паралелно, изхождайки от различни гледни точки, и това има към квалификацията слабо отношение. Ако се говори за някои премълчавания, то за това трябва да се обърнем към Съда на честта, може да се проведе дискусия за това кой стои на правилни позиции по дадения въпрос. Но не трябва да се смесват двата въпроса. Полемиката тече от двете страни.

**Блохинцев.** Искам да обърна внимание, че в статията, която се дискутира, Гинзбург цитира ред други съветски автори. Така че не може да става дума за чуждопоклонничество, което да привлече вниманието на обществеността. Други автори са отбелязани.

Явно става дума за научен спор, може би вече излязъл извън пределите на научната дискусия. Разбира се, това са неприятни неща, но ВАК едва ли трябва да се намесва и да взема страна.

А що се отнася до научната оценка, аз се присъединявам към това, кое-то каза Сергей Иванович (Вавилов).

**Иваненко.** Нямам желание да протакам заседанието, но искам да подчертая, че не става дума за научна политика, а за систематично, от година на година неслучайно премълчаване на автори, неудобни не само на Гинзбург, но и на близки нему колеги. Миналата година аз се изказах против дисертацията на Бебленки. Искам ясно да изтъкна, че става дума за систематично премълчаване. Цитират се 5 работи и се изхвърлят 2, неудобни на автора. Имам книги от световноизвестни автори като Паули, Венцел и др., в които е посочен приоритетът на Соколов. Гинзбург посочва всички автори, освен Соколов. Не мога да допусна такова отношение към моите ученици, към Дурандин. Става дума за етично отношение, а не на някой си Гинзбург към Иваненко, за систематичен бойкот на група лица, в дадения случай – на Гинзбург. Да се поощрява това е недопустимо. Аз ще си позволя да изразя собст-

веното си мнение: ще гласувам против, а особеното си мнение ще приложа към протокола.

**Немчинов.** По този въпрос аз се изказвах на широк научен форум. В частност три примера на такова премълчаване бяха приведени в доклада, който се появи в „Литературная газета“. Бях принуден да се изкажа на това широконаучно съвещание, посветено на такъв род премълчавания на постиженията на нашата наука, премълчавания на постижения на членове на съвета. Но независимо от това смятам, че въпреки всичко Сергей Иванович е прав. Едно е общественото обсъждане, едно е известно приковаване на вниманието на обществеността към някои неправилни постъпки, изискващи обществено порицание, а друго – нучната квалификация на професора. Затова, макар и да не съм физик, а директор на академията и председател на съвета, смятам за уместно публичното ми изказване и не въразих на публикуването на част от това изказване в „Литературная газета“, все пак смятам, че Сергей Иванович е прав и че ние днес можем да гласуваме, ако Гинзбург удовлетворява изискванията (за професор).

**Лисенко.** Наистина въпросът излезе извън рамките на ВАК и попадна в „Литературная газета“. Разбира се, с този въпрос трябва да се оправя Съдът на честта. Но Съдът на честта и ВАК са две различни учреждения, и да се провежда линия на безпартийност във ВАК също не е възможно.

**Немчинов.** Струва ми се, че фактите, които са огласени в „Литературная газета“, не са от категорията, които подлежат на Съда на честта. Те са от малко по друга категория.

**Кафтанов** (председател на ВАК, бел. превод.) За мен не е ясно доколко сериозни са предявените обвинения. Ако той провежда такава антипатриотична линия в науката при осветяване на ролята на съветската наука (а той е млад човек, който се е изучавал в наши вуз и е получил научните си звания и степени в условията на съветския строй), то, разбира се, ние не можем да поощряваме това и затова можем засега да задържим потвърждаването на професорското му звание.

Съдейки по разискванията, излиза, че се води борба между различни направления. Може би той признава 100 руски учени и не признава един, който стои на противоположни позиции. Ние не можем да искачме всички учени да мислят по единакъв начин по всички въпроси, тогава не може да има никаква научна дискусия. Преди да решим този въпрос, трябва да си го изясним.

Ако му се предявяват сериозни обвинения по линията на антипатриотичните постъпки, които имат по-дълбоки основания, то ВАК е в правото си, въпреки че той е доктор на науките и се е проявил в науката, неговата дйност има недостатъци и затова званието „професор“ не може да бъде потвърдено. Ако не е така, то ние трябва да потвърдим. Можем да не бързаме с

решението, защото има изказвания в печата. Ако това е борба на лични мнения, то това не може да повлияе на нашето решение. Ако има по-дълбоки причини, ВАК трябва да подхodi по- внимателно. Това трябва да се изясни окончателно.

**Гращенков.** В състава на ВАК влизат физици. Трябва на тях да се поръча да разгледат този въпрос.

**Кафтанов.** Може да бъде разгледан от Президиума на ВАК заедно с физиците. Трябва да се провери и на следващото заседание на ВАК да се докладва.

В резултат Президиумът на ВАК решава да отложи разглежданто на този случай и да се върне към него след обсъждане „заедно с физиците“.

На 10 февруари 1948 г. те отново се връщат към случая с Гинзбург и отново постановяват да отложат утвърждаването на професорското му звание. Този път роля изиграва отрицателният отзив на трудовете на Гинзбург, изпратено във ВАК през ноември 1947 г. от доктора на физико-математическите науки професор Кесених от Физическия факултет на МГУ. Едновременно е депозиран и положителен отзив, подписан от академик Андронов, което обаче не повлиява на решението на Президиума на ВАК.

В протокола на това заседание е казано, че през декември 1947 г. Академията на науките на СССР е организирала специална комисия за разглеждане на трудовете на Гинзбург. Следи от нейната дейност не можаха да бъдат установени, но явно нейното заключение е било положително и в резултат на това ВАК утвърждава професорското звание на Гинзбург.

„Делото Гинзбург“ е в известен смисъл уникално, понеже се отнася до трудовете на известен съветски физик, и в някакъв смисъл типично не само за своето време, но и за отношенията сред съветската физична общност. То отразява многогодишното яростно противопоставяне между т. нар. „университетски“ и „академични“ физики. Университетските физици са основно професори и преподаватели във Физичния факултет на МГУ, където по традиция е силна партийната организация, определяща всички страни на живота във факултета. Затова професорите и преподавателите от факултета активно поддържат всички идеологически кампании на партийната власт. Във факултета активно се борят с „физичните идеалисти“ и „космополити“, сред които се оказват предимно сътрудници от академичните институти.

Академичните физици са подложени на по-слабо партийно влияние, те защитават методологическите принципи на новата физика – теорията на относителността и квантовата механика, а университетските физици ги обвиняват в идеализъм.

Такава ситуация не би могла да не доведе до конфликт между тези групи физици. Гинзбург е един от лидерите на академичните физици, Иваненко –

един от лидерите на университетските физици. Между тях съществува явен антагонизъм. Както виждаме, Гинзбург не цитира работите на Иваненко и неговите ученици, които смята за слаби. На свой ред, Иваненко обвинява Гинзбург в „антипатриотизъм“ и „физически идеализъм“.

Иваненко преподава в Тимирязевската селскостопанска академия, където по това време ректор е академик В. С. Немчинов – известен съветски икономист. И той подписва статията в „Литературная газета“ под острото заглавие „Против никопоклонничеството“, за която става дума на заседанието на Президиума на ВАК от 4 октомври 1947 г. Тази статия предизвиква рязката реакция на академичните физици, единадесет от които (три академици, шест член-кореспонденти и двама професори) написват писмо до „Литературная газета“ с решителен протест против обвиненията на Немчинов. Но това писмо вестникът естествено не публикува.

Кулминацията на борбата против „космополитите“ във физиката достига на заседанията на Организационния комитет по подготовка на Всесъюзно-то съвещание на физиците и чак след смъртта на Сталин тази вакханалия постепенно стихва. Прекратява се и идеологическата кампания на борба с космополитизма в науката и културата. Обаче уроците от нея трябва да се помнят и изучават сериозно, за да няма почва за подобни прояви никога в бъдеще.

Превод от руски **Н. Ахабаян**

(Заглавието в представената част от статията е на преводача)

*С гордост можем да отбележим, че през изтеклите две десетилетия „Светът на физиката“ е черпил щедро от творчеството на Виталий Лазаревич Гинзбург, а със сигурност и в бъдеще ще се обръща към богатото му научно наследство. По случай удостояването му с Нобеловата награда по физика за 2003 г. препечатваме статията на В. Визгин (по повод на 85-ия му рожден ден) и една интересна история от времето на неговата младост.*

## **„ДА ЧУЕШ ЗОВА НА БЪДЕЩЕТО...“**

**В. Визгин**

*Но надо жить без самозванства,  
Так жить, чтобы в конце концов  
Привлечь к себе любовь пространства,  
Услышать будущего зов.*

*Борис Пастернак*

### **Операторски талант**

Веднъж Виталий Лазаревич Гинзбург прави следното признание: „Единственият талант, който си признавам, е този на оратор.“ И наистина всички, които са посещавали знаменития Общомосковски семинар по теоретична физика във ФИАН (провеждан всяка сряда преди обяд), не могат да забравят как той „държеше“ аудиторията. Впрочем заслужава да се отбележи, че преди няколко години този семинар чества 1600-ото си заседание, чиято почти половинековна дейност представлява важна нишка в историята на руската теоретична физика.

### **„Известен успех в науката“**

Все пак Виталий Лазаревич се съгласяваше, че „известни успехи в науката“ той е постигнал. И в действителност той бе един от водещите универсални физики теоретици от втората половина на XX век, внесъл значителен принос в теорията на кондензираната материя, специалната оптика, физиката на фазовите преходи, свръхпроводимостта и свръхфлуидността, в теорията на плазмата и разпространението на електромагнитните вълни в нея, в произхода на космическите лъчи и проблемите на радио-гама-рентгеновата астрономия, в задачите на релативистичната астрофизика и космогония. Неговите резултати са свързани с магистрални пътища на развитие на макрофизиката и астрофизиката и влизат по естествен начин в историята на фи-

зиката на изминалото столетие. За всичко това ярко и драматично разказва сам Виталий Лазаревич Гинзбург в своя „Опит за научна автобиография“.

### „Участие в създаването на съветската водородна бомба“

Необходимостта от участие в работата по създаването на ядреното оръжие съществено повлиява и на научната съдба на много известни физици в САЩ и СССР. Виталий Лазаревич е в състава на ФИАН-ската група, ръководена от Игор Евгениевич Там, и отдава няколко години работа по създаването на съветското термоядрено оръжие, разработвайки една от трите главни идеи (по терминологията на А. Д. Сахаров), лежаща в основата на водородната бомба. За този му принос през 1953 г. той е удостоен с висока правителствена награда. Но вероятно главната му награда е своеобразната „ядрена грамота“, спасяваща „женения за репресирана, а сам – космополит и евреин“ от арест и напълно вероятно – от гибел, през трагичните следвоенни сталински времена.

### За учителите и учениците

ФИАН е родният дом на В. Л. Гинзбург, където той работи от 1940 г. За свои учители той смята И. Е. Там и Л. Д. Ландау и по такъв начин принадлежи едновременно на две големи научни школи по теоретична физика. Все пак той се отнася повече към школата на Там, произлязла от школата на Л. И. Манделщам.

От своя страна, може да се говори и за научната школа на самия В. Л. Гинзбург. Първата е създадената школа по радиофизика в университета в гр. Горки (сега Нижни Новгород), а след това школите по физика на кондензираната материя и космофизика във ФИАН – Москва.

### „Един съвет на Леонид Исаакович Манделщам“

Този съвет, преразказан от Виталий Лазаревич, звуци така: „...Докато сте млади, занимавайте се с наука, с конкретни задачи. А когато достигнете 60-те години, можете да се захванете с история на науката, философия...“. И въпреки че самият Л. И. Манделщам не следва собствения си съвет, а и на Виталий Лазаревич много преди настъпване на тази критична възраст не-веднаж му се налага да се задълбочава в историята на науката (например при превода на знаменитата статия-монография на В. Паули по теорията на относителността или при написването на обзора по експерименталните проверки на общата теория на относителността), най-интересното обръщане на В. Л. Гинзбург към историята на науката се отнася към края на 60-годишната му възраст. Имаме предвид статията му „Как се е развивала науката“, написана по повод на книгата на Т. Кун „Структура на научните революции“ [2], и статията-рецензия „От кого и как беше създадена теорията на относителността“. По-късно се появяват статиите по история на свръхпроводимост-

та, по теория на плазмата, за „Началата“ на Нютон, „Опит за научна автобиография“. Така Виталий Лазаревич възприема съвета на патриарха на руската физика...

### „Зашо е необходима история на науката и „наука“ за науката?“

Да приведем няколко фрагменти от неговите „Заключителни бележки“ към книгата на Т. Кун, които започват с поставения въпрос: „Отнесен към което и да е действително научно направление, такъв въпрос не е законен. Заниманието с наука (а значи и с история или философия на науката въобще) представлява само по себе си един от видовете интелектуална дейност на човека и като цяло не се нуждае от оправдание, основаващо се на непосредствената практическа необходимост или полезност... Трябва ясно да кажем, че историята на науката и наукознанието имат право на съществуване по силата на тяхната познавателна ценност. Затова няма нужда да се оправдава появяването на съхраните съчинения на класиците на науката, на книгите за историята на една или друга научна област или на изследванията на отделни въпроси от развитието на науката.“

Но съществува една напълно нетривиална функция на историята на науката, за която Виталий Лазаревич пише особено възторжено, цитирайки при това стих на Маяковски за „зов на новите устни“. Удавени в научната информация, много трудно можем да чуем „зов на бъдещето“. Затова: „Благодарната и главна задача на историята и методологията на науката е да изостри слуха ни, да помогне при движението напред“. Много нетривиално и ласкателно разсъждение за смисъла и предназначението на историята на науката!

### Проблемите на Гинзбург

Този въпрос Виталий Лазаревич се опита да обсъди в статията „Какви проблеми на физиката и астрофизиката днес са особено важни и интересни“, за пръв път напечатана преди 30 години. След това статията беше многократно препечатвана и модифицирана, внасяйки в нея заслужаващи специален анализ въпроси, характеризиращи научния прогрес или изменение на позициите на автора. Последният вариант на статията се появи през 1999 г. [1]. От издание на издание броят на проблемите се увеличаваше. Първоначално те бяха 17. След това достигнаха 23 – точно колкото проблемите на Хилберт, изложени от него през 1900 г. в знаменития доклад „Математическите проблеми“ пред II Математически конгрес в Париж; тези 23 поставени от него проблеми стават един от главните двигатели на развитието на математиката през XX век. А през 1999 г. проблемите на Гинзбург стават вече 30. Според нас тази работа представлява своего рода проблемна история на съвременната физика от последната третина на XX век, едновременно с перио-

дично коригираме прогнози. Към тези три проблема Виталий Лазаревич добавя още и три „велики“ проблема от физико-философски характер: проблема за „стрелата на времето“, интерпретацията на квантовата механика и редукцията (сводимостта) на биологията към физиката. И читателите на „Успехи физических наук“, чийто главен редактор от години е Виталий Лазаревич, обръща сериозно внимание на обсъждането на тези „велики“ проблеми... [2].

### **„Необходима ни е истината, и още веднъж – истината...“**

Засилването на интереса към социалната история на науката в нашата страна през последните десетилетия до голяма степен е обусловено от желанието за възстановяване на истината и справедливостта относно съдбата както на отделни учени, така и на науката като цяло по време на тежките години на сталинизма и следващите относително по-спокойни времена. В автобиографичните бележки, очерци и спомени за А. Д. Сахаров, Л. Д. Ландау, И. С. Шкловски и др. Виталий Лазаревич е откровен и понякога безжалостен към самия себе си, опитвайки се да не греши спрямо истината. Истината е необходима и при оценката на руската и на съветската наука. Недопустими са „лъжи под прикритието на защита на отечествената наука и нейния приоритет“, понеже и „в системата на образованието историята на науката без съмнение трябва да заеме видно място“. Лъжата или дори необективността може да нанесе голяма вреда, защото младежта е особено чувствителна към нея.

### **„С всички сили да се препятства настъплението на лъжен науката и мистиката“**

С борбата против лъжата и необективността в мемоарите и историкоучните съчинения, против „клевети на хора във вид на публикации на спомени“ е свързано и противоборството на Виталий Лазаревич с лъжен науката, с псевдо- и антинаучния разват, наводнил книжния пазар в последно време. Той е много активен член на Комисията по борба с лъжен науката към Руската академия на науките. „Пред науката в Русия сега стои много остро задачата за борба с лъжен науката и защита на истинската наука от мошеници и шарлатани.“ В тази посока се правеше много малко и отношението на Виталий Лазаревич трябва да бъде добър пример за нас.

### **Заключителни думи**

В началото на 70-те години Виталий Лазаревич говореше за своего рода историкоуччен бум: „Историята на науката винаги е била приемана като Пепеляшка в сравнение с всеобщата история или с историята на изкуствата или на литературата. Изглежда, Пепеляшка се преобразува пред нашите очи

и, ако не засенчи сестрите си, то ще стане поне равностойна на тях“. Това не стана, и то защото науката у нас и заедно с нея историята на науката загуби своите предни позиции. В тази трудна борба обаче Виталий Лазаревич беше на предните редици, стараейки се да поддържа и укрепва историконаучните изследвания.

Въсъщност основната дейност на В. Л. Гинзбург не беше историята на физиката, а самата физика. Впрочем, както веднъж отбеляза известният американски физик Дж. А. Уилър, „най-накрая физиката става толкова исторична, както и самата история“. Без да се опитваме да се задълбочаваме във философския смисъл на това твърдение, нека да отбележим, че Виталий Лазаревич е ярък пример на такова сближаване на позициите на физиката и историята.

### **Литература**

- [1] – „Светът на физиката“, т. 23, № 1, 2000;
- [2] – „Светът на физиката“, т. 26, № 1, 2003;

Превод: **Н. Ахабабян**

„Вопросы Истории, Естествознания и Техники“, т. 4, 2001.

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

# **ЗНАЧЕНИЕТО НА ФИЗИКАТА НА ВИСОКИТЕ ЕНЕРГИИ ЗА НАУКАТА И ТЕХНОЛОГИИТЕ**

**Шелдън Лий Глешоу**

Много политици, индустриски и предстапители на академични същества са убедени, че общество би трябвало да влага единствено в такива изследвания, които дават възможност за извлечане на непосредствени и конкретни ползи, като например създаване на материални ценности и подобряване качеството на живота. В частност те считат, че изследванията в областта на високите енергии са един ненужен и твърде скъп лукс; че тези дисциплини само консумират материални ресурси, вместо да спомагат за растежа на икономиката и за благосъстоянието на човечеството. Като подходящ пример за това, бих искал да цитирам едно писмо, адресирано до списанието „The Economist“: „изследователите от областта на фундаменталната физика биха се затруднили да назоват нещо полезно, което е произлязло директно от техните теории... Много по-важно е да поощряваме нашите „блестящи умове“ да се насочват към истинските проблеми, и да оставят въпросите на теологията в ръцете на професионалистите по религиозни науки“. Аз смятам, че тези хора са сериозно заблудени и че политиката, която те защищават е лоша и ще доведе до отрицателни резултати.

Ако Фарадей, Ръонтген и Херц се бяха концентрирали върху „истински проблеми“ на своето време, ние вероятно никога нямаше да сме създали електродвигателя, X-лъчите и радиото. Вярно е, че съвременните фундаментални физици се интересуват от по-екзотични проблеми, които не са особено приложими сами по себе си. Също така е вярно, че този вид изследвания са скъпоструващи. Въпреки това аз съм готов да защищавам идеята, че техните трудове продължават да оказват огромно влияние върху нашия живот. Действително, изследванията, мотивирани от жаждата за фундаментални познания, са поне толкова важни, колкото тези, насочени към решаване на чисто практичесни задачи. Тук ще бъдат разгледани десет примера, които би трябвало да са достатъчни за да докажат това:

## **Информатиката**

Мрежата World Wide Web бе създадена за физиците от областта на високите енергии от CERN (Европейска лаборатория за изследвания в областта на физиката на частиците). Това доведе до експлозивно развитие на Интернет с неговите неизброими комерсиални приложения. XXI век ще изисква рязко разширяване на възможностите за обмяна, разпределение и обработка на огромни масиви от данни. За пореден път, и то в огромна степен, именно общността на физиците по високи енергии е тази, която е

водеща в развитието на една Глобална мрежа. Тази система ще оползотворява възможностите на компютрите, разпръснати на стотици или на хиляди различни места по света, което ще даде възможност да се провеждат ултрамощни изчисления от страна на клиенти, разположени в произволна точка на земното кълбо.

Ето как фундаменталните усилия в областта на високите енергии са дали първоначален тласък на тази глобална мрежа. Но има и многобройни и важни практически приложения, които лесно могат да бъдат предвидени и които без съмнение ще се реализират в близкото бъдеще: в други области на физиката, в биологията (в частност при обмяната на бази данни в генетиката и при медицинското изобразяване), в климатологията, в науките за земята и атмосферата (в частност при изучаването на глобалното затопляне или на озоновия слой), а също така и при инженерните науки, в земеделските науки, в епидемиологията и образованието.

### Компютрите

През последните няколко десетилетия компютрите се превърнаха в нещо абсолютно необходимо за всекидневния живот, при това по хиляди различни начини. Но това, че днес има компютри, а преди един век не е имало, не е защото тогава те не са били нужни. Това по-скоро се дължи на откритията на фундаменталната физика, предоставени на модерната електроника, постиженията на абстрактната математична логика, както и на възникната необходимост ядрените физици от 30-те години да броят частиците. Нито пък основателят на IBM е можел по онова време да си представим ролята, която ще се играе днес от модерните компютри.

### АНАЛОГИЧНИ СЪОБРАЖЕНИЯ ВАЖАТ И ЗА:

#### Съвременната криптография

Тя позволява подсигурени банкови и финансови преводи на големи дистанции. За тази възможност трябва да сме благодарни на математиците, работещи върху теорията на числата.

#### Система за глобално позициониране (GPS)

GPS дава моментното ви положение и надморска височина, с точност до няколко метра. Той е породил цяла една индустрия, възлизаща на милиарди долари. Тези чудодейни навигационни системи се базират на свръхточни атомни часовници, разработени на времето с единствената цел да се направи проверка на Общата теория на относителността на Айнщайн. Бих искал да отбележа, че трите предходни примери ги дължим на Сър Крис Левлин-Смит.

### Терапията със спонове частици

Голям брой от така наречените „елементарни“ частици играят важна роля в медицината, под формата на внимателно управлявани и контролирани спонове от частици. Това започва – и все още продължава – с X-лъчите (Рентгеновите лъчи). Тази, която първа изказа предположението, че споновете частици могат да бъдат полезни, беше Мария Кюри.

В началото на 50-те години циклотроните на Бъркли и Харвард, построени с чисто изследователско предназначение, започнаха да изпълняват и друга функция – спонове протони произведени от тях се използваха за лечение на тумори. Хиляди пациенти бяха третирани с тези антични ускорители. Понастоящем десетки ускорители, изцяло предназначени за медицински цели, са построени по целия свят. Тези ускорители генерират протони, неутрони или тежки йони и се използват за провеждане на терапевтични процедури. Освен това, някои ускорители на електрони се използват за лечение на увреждания, причинени от СПИН, на лимфоми на кожата и на рак на гърдата.

### Медицинско изобразяване

Първите медицински скенери бяха разработени от физици, работещи в областта на високите енергии, „в свободното си време“, но не на свои разноски. Алан Кормак и Годфри Хаунсфийлд съвместно получиха Нобеловата награда за разработката на компютърно управлявана томография. Днес медиците се нуждаят от скенери за компютъризирана томография, от изобразяване посредством магнитен резонанс и от томография чрез излъчване на позитрони. Методът на магнитния резонанс се базира на ядрения магнетизъм, а позитронната томография използва свойствата на антиматерията. Тези две концепции са родени в чисто академична среда, която е много отдалечена от проблемите на „всекидневния живот“, където те са намерили приложение.

### Свръхпроводимост

Свръхпроводимостта ще окаже влияние върху много от технологиите на ХХI век. Това явление, което доскоро изглеждаше твърде екзотично, днес вече има голям брой потенциални приложения: като средство за производство, съхраняване и пренасяне на енергия, в медицината, в електрониката и в транспорта. Някои казват, че „всеки съвременен проект, използващ свръхпроводимостта, може да съществува благодарение на факта, че навремето Фермилаб (една лаборатория, занимаваща се с фундаментални физични изследвания), е конструирана теватрона (свръхпроводник), който се оказал сполучлив!“.

### Радио-изотопи

Радиоактивните изотопи с кратко време на полуразпад се използват за милиони пациенти всяка година, с широка гама на медицински приложения: за диагностициране на болести, за третиране на най-разнообразни ракови образувания, за облекчаване на болката и за извършване на биохимични анализи на кръвта, на урината или на преби от тъкани, за диагностициране или за медико-правни експертизи. Тези изотопи се приготвяват в ускорители, построени в самите болници или от ядриeni реактори, разположени в обществените изследователски лаборатории.

Радио-изотопите с дълго време на живот, намират неизброими приложения, благодарение на ускорителната мас-спектроскопия. При тази процедура могат да бъдат установени концентрации от един атом на радиоактивен нуклеид сред милион милиарда други атоми. Този метод понастоящем се прилага и в археологията, геологията, палеонтологията, както и в инженерните науки (например за откриване на утечки). Ускорителната мас-спектроскопия е на път да се превърне във важно средство в медицината (за изучаване на действието на медикаментите върху хора, за проследяване хода на метаболизма и др.). Нищо от това нямаше да съществува, без изследванията върху радиоактивните изотопи и разработването на ускорителите и на съвременните детектори на частици.

### Получаване на синхротронно лъчение

Синхротроните за електрони бяха създадени с цел изследване на интимната структура на материята – предмет, считан за по-скоро теологичен, отколкото практически полезен. Една от трудностите, срещана при конструирането на тези машини, е свързана с факта, че ускорените електрони губят една важна част от своята енергия под формата на „синхротронно излъчване“. Обаче по най-неочакван начин това затруднение се превърна в предимство, оценено на много милиони долари. Оказва се, че синхротронното лъчение е изключително полезно както за чистата наука, така и за редица технологии с комерсиална приложимост: в материалознанието, в науките за земята и заобикалящата ни среда, и при медицинското диагностициране. Построени са около 80 източника на синхротронно лъчение, които са скъпи и високо технологични съоръжения. Те са разположени в 23 различни страни; в Япония са построени най-голям брой от тях – 17, включително най-добрата и най-мощната измежду трите съществуващи машини от тъй наречено „трето поколение“.

### Неутронни източници

Открити преди около 70 години, неутроните веднага бяха разпознати ка-

то основни градивни частици на ядрото. Но кой можеше да предвиди, до каква степен ще се окажат важни тези миниатюрни нестабилни частици? Самият откривател на ядрото отбеляза, че „всеки, който твърди, че атомът може да се превърне в източник на енергия, говори празни приказки“. Обаче се оказа, че освен ядрена енергия, неutronите имат още нещо да предложат. Тяхната дифузия и тяхната дифракция, при използването на мощни източници, имат неизбройми приложения, както в чистата наука, така и в приложните и инженерните науки. По такъв начин, още едно откритие на фундаменталната наука е довело до големи технологични постижения, които са полезни за обществото.

Отбележете, че значителен брой от постиженията за които говорих до тук, които са се оказали важни в комерсиален план, се базират на ускорителите на частици: това са съоръжения, които бяха открити и разработени изключително за нуждите на фундаменталните изследвания (и както някои мислят, без ясна цел). Обаче днес в света има около десет хиляди ускорителя, от които най-много 100 се използват за изследвания във физиката на ядрото и на частиците.

Аз подробно описах, как най-фундаментални научни дисциплини, смятани за напълно неизползваеми, са допринесли в огромна степен за развитието на икономиката и въобще за благосъстоянието на човечеството. Отдавна е известно, че натискът, упражняван върху учените за получаване на бързи резултати, неминуемо ще доведе до унищожаване на чистата наука, освен ако не се предприемат целенасочени усилия за нейна защита. Това предупреждение е особено актуално днес. Но изследванията в областта на частиците или на астрофизиката, не са мотивирани главно от техните очаквани индустриални приложения, колкото и големи да са те. Ние изучаваме тези дисциплини, защото вярваме, че наше задължение е да разберем колкото може по-добре света, в който сме родени. Науката предоставя едно рационално разбиране за нашето място във вселената и единствена може да извести опасните предразсъдъци, които са преобладавали в миналото.

Като заключение нека отбележим, че големият успех на световната научна авантюра би трябвало да послужи като пример за още по-широко международно сътрудничество. Надяваме се, че науката и учените ще ни поведат към едно столетие, което ще бъде по-справедливо и с по-малко насилие от предходното.

(Sheldon Lee Glashow, Boston University, „L`importance de la physique des hautes énergies pour la science et la technologie“, лекция, изнесена на колоквиума „Frontieres en Physique“, октомври 4 и 5, в College de France.)

Превод от френски: С. Рашев

По покана на Хумболдовия съюз в България на 16 и 17 септември 2004 г. нашата страна беше посетена от г-н Prof. Dr. Wolfgang Frühwald, президент на германската фондация *Alexander von Humboldt-Stiftung*. По решение на Академичния съвет на СУ той беше удостоен с почетното звание „Доктор хонорис кауза на Софийския университет „Св. Климент Охридски“. Предложението тук текст е на академичното слово, изнесено от него по време на тържествената му промоция в Аулата на СУ.

Проф. Фрювалд (р. 1935 г.) е виден германски учен, професор по нова германска литературна история в Мюнхенския университет. Наред с публикуването на голям брой научни трудове, той участва активно в организацията на научните изследвания и висшето образование в Германия, заемайки редица висши длъжности. От 1999 г. той е президент на фондацията „Александър фон Хумболт“, която много е допринесла за развитието на българската наука. За последните 40 години около 350 българи са били финансиирани за да извършват научна работа до 2 години в елитни германски научни институции и много от тях са получили от фондацията щедри дарения модерна научна апаратура или научна литература. Около 70 са българските физици – хумболдови степендианти, като първия измежду тях е Раико Зайков, заминал на специализация при Айнцайн.

## ЕВРОПЕЙСКАТА НАУКА – В ПОДКРЕПА НА МИРА

Волфганг Фрювалд

(Лекция изнесена в Софийския Университет)

### Единният свят?

Един китайски докторант, владеещ много добре немски, разказва следната малка история, взета от ежедневието на голям немски град. По една случайност този град е Мюнхен, но би могъл да бъде всеки друг голям европейски град. Младият китаец живее вече от четири седмици в Германия и смята, че познава страната. Днес той желае да посети един свой познат, който живее на улица Пшьор, която нашият китаец почти не може да произнесе. А когато излиза от метрото, той напълно загубва ориентация. Дори плана на града, с който разполага, не може да му помогне. Но той е спокоен, защото е учил немски в Китай и е запознат с начините за задаване на въпроси в немския език. Той се насочва към една дама и я запитва по начин, който е обичаен за Китай: Милостива госпожо, позволете ми да се

осведомя, в каква посока би трябвало да тръгна в случай, че желая да стигна до улица П..., Пш..., Пшьор? Кой знае защо, това изключително учтиво запитване предизвиква голямо объркване у минувачката. Силно изненадана, тя дори не е в състояние да му отговори за известно време. Тя е просто онемяла от учудване. Недоумявам, – разказва Даксинг Чен – защо тази дама не разбра моя формално безупречен немски? Когато накрая се съзвезма от почудата, тя му отговаря така: Милостиви господине, позволете ми да се спра на вашия въпрос. Вие бихте могли да пресечете следващото улично кръстовище и тогава вместо надясно, да тръгнете наляво, при което в близките 10 минути вие ще достигнете целта си. Гордост изпълва младия китаец от тази първа, очевидно успешно провдена „авантюра“ – в ежедневието на чуждата страна, още от първия път му се е удало, с познанията по немски, получени в собствената му страна, да се осведоми успешно за пътя към търсената от него улица – когато внезапно бива изтръгнат от своя заслужен „немскоезичен“ унес от неочекван висок смях. Тогава забелязва няколко минувачи, които се превиват от смях. Той е напълно объркан. Дори дамата, към която се е обърнал, се смее заедно с тях. Че за какво пък се смеят всички? В родината му, на една изискана чужденка се задават въпроси именно по този начин и това е записано съвсем ясно в неговия разговорник. Той стои без да разбира какво става и напълно забравя накъде трябва да тръгне, за да стигне до тази Пш... улица.

Такива истории се случват ежедневно по улиците на нашите градове а доста често и на самите нас. Как могат да се проявят културни различия дори тогава, когато от граматична гледна точка езиковата комуникация функционира безупречно, показва един втори пример, взет от по-близко време. Една делегация на основаната през 1847 г. Австрийска Академия на Науките, отишла на посещение при Академия Синика, в Пекин. При своето приветствие, австрийският председател на Академията направил грешка и казал, че неговата академия била основана през 847 г. Австрийците, седящи в залата, очаквали да чуят весел смях от страна на своите китайски домакини. Вместо това, китайският председател на Академията се замислил за момент и после запитал: *преди или след Новата ера?*

Колкото и весели да ни изглеждат тези истории, те ни насочват към една сериозна констатация: че езиците служат не само като средство за комуникация, но са и възможност на различните култури за възприемане, откриване и преценка на заобикалящите ни явления. При това всеки език открива нещо, което другият не е видял и не би могъл да види, всеки език поставя различни граници на разбирането, предлага различна перспектива за человека и света. Всеки език същевременно служи за съхраняване на спомените на народите и културите. Именно в това се състои фундаментални-

ят опит, който набират пътуващите изследователи по целия свят; те си мислят, че глобализацията на английски език е в състояние да ги предпази от неприятностите на всекидневния живот. Обаче глобалното село, с което ни залъгват дигиталните медии, е една *fata morgana*. Понятията „чуждестранност“ и „чужденец“ (на немски тези понятия означават буквально „пристигнал от далеч“) се разстилат като покривало над света, който става все по-близък благодарение на икономиката, транспорта и комуникациите. Те действат толкова по-подтискащо, колкото повече се разпространява илюзията за единния, уеднаквен свят; това е илюзията за задружно борещото се за своето оцеляване човечество, за едно ново социално усещане, създадено от електронните медии, което не само намалява културните различия, но дори ги премахва.

### Глобалната наука

Научните изследвания са съпричастни към възникването на такива уравниловки. Въпросът за началата се е превърнал в централна тема сред ученици и днес биологията (също както по-рано химията и физиката), вече са прекрачили отвъд прага за стопанска преценка на получените от тях научни резултати. Разчитането на човешкия геном не без основание беше обявено за „биологичното кацане на луната“. То също така широко разтвори вратите към безкрайните микросветове, както кацането на луната през 1969 г. откри пътя към проникването на човека в космоса. Методите на молекулярната биология не могат да разграничават различните форми на живот една от друга, нито пък да различават растителните от животинските или човешките гени, те се занимават с изясняване на самия произход на живота. Тенденцията към систематизиране, която понастоящем е характерна за всички науки, още дълго време ще ни пречи да се освободим от сътворения от самите нас затвор на генетиката, защото сега, след като бе разчетен човешкия геном, идва ред на изключително трудната и изискваща много време (а също и пари) работа за изясняване на функцията на отделните гени. Поради това, сложни системи като например човешкият мозък, или пък социални общности в животинския или човешкия свят, или дори идеини общности, каквито са световните религии или някои високо-развити култури, трябва да бъдат изследвани с помощта на различен от сега употребяваните редукционистични методи.

Този методологичен сблъсък между специалностите, изследващи от една страна единството на живота а от друга разнообразните му конкретни прояви, между дисциплините, ориентирани към източниците на живота и другите, ориентирани към непосредствените му метаморфози, предизвиква далеч по-сериозни сътресения в съвременните университети (във всички стра-

ни по света), отколкото ние орикновено си представяме. Например в езиковите науки, това противопоставяне (датиращо от 18<sup>ти</sup> век) е отразено в борбата между Митридат и Рим. Както е известно, Митридат бил онзи войнствен цар, който в периода между 132 и 83 гг. преди Христа, оспорвал световната власт на Рим. Световната сила била принудена да води три Митридатски войни, преди да успее да прогони завоевателя назад в неговото Черноморско царство, където той бил принуден да извърши самоубийство поради бунта на собствения си син. Този Митридат обаче останал в историята на Европейската култура преди всичко с това, че говорел езиците на всичките 22 превземети от него народи. За разлика от империалистично настроените Римляни, той разговарял с войниците както от своята войска, така и с тези от победените народи, не на своя, а на техния собствен език. По такъв начин Митридат е идеалният образ – аллегория, илюстриращ многообразието на езиците, докато „Раят“ символизира езиковото единство. Понятието „Митридат в рая“, би могло да олицетворява идеалния университет.

В този смисъл Европа е континент на многообразието, благословена от наличието на много езици и култури. Тя е един континент исторически богат а и богат на всякакви истории, надарен с много нации и много култури; но също така надарен с плодотворния за културата спор между езиците на отделните народи и онзи универсален латински език, който беше в състояние да търпи близо или дори над себе си единствено гръцкия. Това че властващият през 17<sup>ти</sup> и 18<sup>ти</sup> век латински бе заменен от също толкова империалистично проявяващи се френски, който пък през последните 50 години бива заменен от проявяващият империалистични претенции американски английски, е един обрат на историята, който би трябвало да ни помага да разберем лингвистичните завоевания на универсалните езици. Но европейските народи ще се съхранят само ако опазват и се грижат за своите собствени езици, освен за универсалния език.

От науките за живота (*life sciences*), които през 50<sup>те</sup> години на 20<sup>ти</sup> век претърпяха взривообразно както количествено така и качествено развитие, се роди една интернационална специализирана култура на познанието, която за пръв път в досегашната история може с основание да се нарече глобална. По такъв начин възникна едно ново разделение по специалности. То се илюстрира най-ясно от разликата между *результатния* и *процесуалния* подход към науката, а именно в различието между (предимно експерименталните) специалности, при които резултатът предхожда описание и (предимно теоретичните) дисциплини, при които резултатът се оформя едва в процеса на описание. Резултантните специалности и дисциплини са интернационални науки в този смисъл, че понастоящем именно те задават тона и смисъла на понятието „глобалност“ в науката. Специалистите работещи по тези

науки са организирани в разпръснати по цял свят общества, те работят в условия на конкуренция и са свързани тясно помежду си чрез електронните медии. Те използват едни и същи методи, работят върху едни и същи обекти, следват еднакви публикационни практики, с международно уеднаквена система за оценка на качеството на резултатите и световно признати научометрични критерии (*impact factor, citation index, etc.*). Те говорят един общ език, американски научен английски, независимо дали са установени в Китай, в България, Италия, Австралия или Русия. Тези специалисти, които обслужват една индустрия на растежа, са склонни да смятат за демодирани всички други дисциплини, които не процедират по този начин. Като демодирани затова, че тези дисциплини, именно поради своя обект на изследване, са принудени да работят многоезично, отчитайки националните и културно-специфични особености. Например една българска молекулярна биологичка е винаги преди всичко молекуларна биологичка, що се отнася до световните експериментални и идеологични подходи, и едва на второ място тя е българска молекулярна биологичка, подпомагана или възпрепятствана от развитието на своята специалност в собствената ѝ страна. Докато един немски историк е винаги преди всичко немски историк, обременен от многовековни училищни и научни традиции, каквито едва 50 годишната история на науките за живота все още не е успяла да изгради. Затова те се устремяват с младежка откривателска страсть към прастарите мисловни традиции и по същество подлагат на съмнение фундаменталния въпрос на процесуално процедиращите науки: културологичните подходи за написване на книгата на природата и на книгата на живота, на които ние дължим представите си за Бога, Човека и Вселената.

### Човекът и научният процес

В литературата често се задават въпроси относно механизмите на техническото обновление, както и за правилата, при които протича процесът на нашето научно творчество, но твърде рядко се проявява интерес към създателите на това творчество, към самите изследователи. На тях им се поверява само малка част от лостовете за управление на общия научен процес. Понастоящем обаче става все по-ясно, че пренебрегването на човешкия фактор а също и принизяването на отделната личност и разглеждането ѝ като съставна част на „човешкия капитал“, водят до прахосване на сили не само в процеса на науката но дори и в икономиката. Обаче, в силно глобализирания и стандартизиран научен свят, променливият човешки фактор често може да играе както диференцираща, така и решаваща за крайния изход роля. Именно затова отделните държави се конкурират за привличане на елитни учени със световно значение, защото в съвременната пре-

делно информационно-наситена научна среда върхови постижения могат да се очакват само благодарение на таланта на отделни учени и водените от тях екипи, способни да поставят нетрадиционни експерименти. Така че този, който при съставянето на своите планове отчита значението на всеки отделен човек, което е един трудно предвидим фактор, той ще прекрачи от областта на редукционизма на молекулярните науки направо в света на сложните организми, в света на уникалните индивидуалности, където щастието или нещастието, радостта или мъката на отделната личност оказват съществено влияние върху цялата общност. При това набелязаните научни области са значими дотолкова, доколкото за своето функциониране те от дълго време вече се нуждаят от най-тясно международно сътрудничество. Необходимият специалист за провеждане на някакъв сложен експеримент, или за разрешаване на труден математически проблем в рядка, но водеща и многообещаваща научна област, обикновено не се намира в съседство, а може да се окаже дори на най-неочакваното място. А често се оказва, че предаването на данни не е достатъчно добро поради това, че модерните спосobi и методики все още не са описани адекватно и не могат да бъдат облечени в математически формули или представени в компютърен вид. За своята проверка и предаване, те се нуждаят от лично напътствие, от ежедневна интензивна междуличностна обмяна на мнения. Там където се провалят всички опити за обяснение на някаква трудна изследователска методика или на някакъв неподдаващ се на по-нататъшно развитие проблем, съществува една прастара, но същевременно винаги актуална рецепта: *hands on experience*. Но тя действа само там, където между нациите и между хората е установено доброжелателно сътрудничество и конкуренция.

### Фондация за подкрепа на научното сътрудничество

На 6 май, 1859 г. почина ученият естествоизпитател Александър фон Хумболдт, на възраст 90 години. На 28 юни същата година, 28 именити немски учени, офицери, политици и предприемачи подписаха възвание за основаване на Хумболдовата фондация, която съществува до ден днешен. Посредством ковчежника на фондацията, Александър Менделсон, внук на философа Мозес Менделсон, основополагащата концепция на фондацията придоби някои черти, характерни на отмinalото време на Ваймарския космополитизъм. Централната идея на Хумболдовата фондация беше да се изгради на Александър фон Хумболдт един паметник, по-различен о обичайните за онова време статуи от камък или от бронз. В действителност, целта беше да се продължи една традиция, на чието установяване Хумболдт беше отдал сърцето си, а именно да се осигури подкрепа на млади, надаре-

ни учени. По всичко личи, че създателите на фондацията са били предвидели пълната с превратности съдба на своето творение, защото още тогава те ѝ противопоставили своето храбро „въпреки това“: „Като преследваме една такава цел (се казва във възванието на основателите), ние напълно си даваме сметка за трудностите, които при това ще се умножават с времето. Обаче ние не се страхуваме, дори във неспокойните военни години, да продължаваме усилията си за утвърждаване на вечната мирна цел – научните връзки между народите.“ Под „неспокойните военни години“ те тогава разбирали избухналата през юни 1859 г. италианска война между Австрия и Франция, при която италианското национално движение (с водач Камило Кавур) и френската политика от позиция на силата действаха в синхрон и в края на краищата принудиха Австрия – след пораженията при Магента и Солферино (съответно на 4-ти и 24-ти юни 1859 г.), да отстъпи областта Ломбардия. Зад основните правила на Ваймарския космополитизъм беше и това, да се приписват на науката, също както и на изкуството народообединителни свойства, допринасящи за засилване на хуманитарните ценности в изкуството и науката. Александър фон Хумболдт, привърженик на буржоазната революция и враг на робството, до такава степен се е проникнал от този космополитизъм в творчеството си, че дори използвал в своите природонаучни описания най-усъвършенствания вариант на немския език, който съществувал по онова време, а именно езика на Гьоте и Шилер. По такъв начин той даде на природоописанието онази естетическа искра, която по-късно разпали тлеещата жар в буен огън. Първоначалният основополагащ капитал на Хумболтовата фондация също както и много други по-големи и по-малки парични състояния по онова време, стана жертва на инфлационната вълна от 1923 г. През 1925 г., по време на краткото европейско съществуване на Ваймарската република, оглавявано от Густав Щреземан, фондацията беше основана за втори път. Този път тя стана жертва на расистката и завоевателна политика на Националсоциализма. Едва след третото си основаване в Бон през 1953 г., от Конрад Аденауер и Вернер Хайзенберг, фондацията най-после беше поставена на здрава основа, за разлика от предшествашите два опита: сега тя беше в състояние да разпросре една трайна мрежа на приятелство върху целия свят, която да бъде устойчивица дори на кризни периоди, и с помощта на тази мрежа да приобщава и включва все повече млади начинаещи, но също така и вече утвърдени таланти в една общност, която участниците да възприемат като едно семейство. Днес Хумболтовото семейство наброява 23000 члена, от повече от 130 страни по Земята. Съществуват 80 Хумболтови клуба, в които са организирани избранничките и избранниците на фондацията. Един от тези жизнени клубове е и българският. 353 български стипендантки, стипендиантки

ти и носители на награди са получили подкрепа от фондацията в периода от 1953 г. до сега. Така България принадлежи към 25-те най-силно подкрепяни от фондацията страни, като заема 15-то място и се намира пред Румъния, Канада, Аржентина и Гърция.

По принцип има само три условия за приемане във фондацията: (1) отлично научно ниво, (2) съвместна научна работа с партньор от немски университет или немски изследователски институт и (3) постоянно местоживеещ на кандидатката или кандидата извън Германия. При избора, представянето на общ проект играе една определена, но не решаваща роля. Решаваща е индивидуалността на изследователя или изследователката. Ние сме една малка фондация (с годишен бюджет от около 72 милиона евро). И ние желаем да останем относително малки, защото иначе не би било възможно поemanето на доживотната подкрепа на всеки стипендиант. И така нашите възможности стигат за това, да приемаме само около една трета от кандидатите и кандидатките. Подборът, осъществяван изключително от учени, е строг, но успешен. Често ни питат, как оценяваме степента на своя успех и ние отговаряме така: по общите наукометрични критерии, които са валидни в научния свят. Например между нашите стипендианти има 35 Нобелови лауреати, от които 26 са получили Хумболдтова стипендия преди да са били отличени с Нобелова награда. Освен това в нашето списание „Хумболт – космос“ всяка година се публикуват сведения за това, колко от нашите стипендиантки и стипендианти са били избрани за професори, за декани, за ректори или за председатели на академии, колко Хумболдтианци са направили кариера като държавни секретари, министри и председатели на парламенти, и колко от тях са били отличени с научни награди по целия свят. Общо взето, между 300 и 400 Хумболдтианци биват избирани годишно за професори по света. Това прави около 60% успеваемост. От тази картина може да се направи заключение, каква е здравината на приятелската мрежа, къде се намират нейните възли и на кои места мрежата би трябвало да се усили.

Магическите думи за успеха на Хумболдтовата фондация са семейна фондация и „продължителна и трайна подкрепа“. Ние каним семействата на нашите стипендиантки и стипендианти с тях в Германия, т.е. техните партньори и децата им, и даваме около 15% от средствата си за подкрепа във времето след изтичане на стипендията. Нашият девиз гласи: „Веднъж Хумболдтианец, е завинаги Хумболдтианец“, което означава, че нашите бивши стипендианти, които след период от една или две години прекарани в Германия са се завърнали в своите родни страни и след като са работили там или в други страни 3 години, ние отново ги каним в Германия. На годишните срещи на фондацията вземат участие средно около 1000 души: стипендианти, носите-

ли на награди и техните семейства. Всички те след приключване на тържествата биват приемани от Германския федерален президент в неговата разidenция в Берлин или в Бон, където се създава прекрасна празнична обстановка. Всеки който е видял как 300 деца заедно се хранят със спагети и доматен сос в един хотел, изцяло наст от фондацията, или как федералната гранична стража, която охранява Берлинския дворец Белвю, капитулира при проверката на документите на колоната от наши автобуси, включваща участници от стотина страни по света, само той може да разбере какво е Хумболтово семейство.

Първоначалната, запазена и до днес основополагаща идея на Хумболдтовата фондация, която се състои в това, чрез подкрепата на научни таланти „да се напредва кам *вечната мирна цел* на свързващата народите наука“ се корени в това, което Отмар Ете нарече „Световното съзнание“ на Александър фон Хумболдт. Това е едно друго съвременно схващане, по-различно от строгия Евроцентричен модел, от чието отношение кам Ислама ние напразно се опитваме да се освободим още от 18-то столетие насам. Тази наша концепция ни дава възможност да се движим върху една открита световна карта, следвайки един определен меридиан. При една такава концепция за съвременността, която не е ориентирана изключително към рационалното начало, но също така обръща внимание на хуманитарните компоненти на просветителското мислене, стана възможно за Александър фон Хумболдт още в началото на 19-тото столетие да каже, че това е „една унищожителна, и даже, бих могъл да кажа, безбожна присъда да се твърди, че за старата Европа е нещастие, ако на никаква друга част на нашата планета процъфтява общественото благосъстояние“. Фондацията Александър фон Хумболдт е изпреварила бъдещето в смисъл, че тя от дълго време полага ежедневни усилия за индивида и се старае да развива онова човешко семейно съзнание, за което мечтаеха Лесинг и неговият приятел Мозес Менделсон. Във все по-смаляващия се свят, това е единственото лекарство против фанатизма и експлоатацията, срещу разрушаването на онова многообразие на планетата Земя, което Александър фон Хумболдт, както никой преди него, беше открил и описал с един нов език.

Превел: С. Рашев

## АЙНЩАЙН И НАУКАТА ЗА ЕЗИКА

Роман Якобсон

В едно обръщение, разпространено по радиото през септември 1941 г. към събранието на Британската асоциация за напредък на науката и озаглавено „Универсалният език на науката“, Айнщайн припомня на слушателите си, че на един най-напреднал етап на развитие езикът независимо от неговите недостатъци „става в истинския смисъл на думата един инструмент за обосноваване“. Може да се добави, че за самия Айнщайн езикът – от зачатъците на език до разнообразните етапи на напреднало развитие – става, особено през американския, най-ретроспективния период на живота му, любима тема за усърдно металингвистично обосноваване. Задълбоченото внимание на учения към тези въпроси и **неговата смущаваща дарба за сериозни красноречиви свидетелства върху различни теми** от тази област би трябвало да се противопоставят на данните относно детството на Айнщайн, предавани от биографите му.

Така например редовете, посветени на „малкия Айнщайн“ в най-поучителната книга на Филип Франк, твърдят:

„Наистина много дълго време минава, преди да се научи да говори, и родителите му започват да се страхуват, че е ненормален. В края на краищата детето започва да говори, но винаги е мълчаливо...“ Дори деветгодишен и в последната степен на началното училище „на него все още му липсва свободата на речта и всичко, което казва, се изразява само след дълбоко осмисляне и размишление“.

Известен брой биografi коментират неспособността или нежеланието на Айнщайн до тригодишна възраст да говори, както и продължилите през целия му живот затруднения при изучаването и овладяването на чужди езици. В добавка Джералд Холтън вече публикува писменото твърдение на сестра му Мая, че в неговото детство овладяването на речта „протичаше бавно и говоренето на езика идваше с такава трудност, че хората около него се плашеха, че никога няма да се научи да говори“.

Извънкнатият математик Жак Адамар – по това време научен ръководител на Ecole Libre des Haute Etudes, създаден в Ню Йорк от френски бежанци, и хоноруван преподавател в няколко американски университети – провежда своето изследване на процеса на математическо откритие, изследване, което започва в Париж и развива през 1943–1944 г. във връзка с разширения си курс лекции в Ecole Libre. Неговата систематична работа по този въпрос намира израз в книга, публикувана през 1945 г. При различни случаи той се обръща към мен, за да обсъдим проблеми, свързващи този привлекателен

лен проект с науката за словесните и другите знаци. Съобразно с Адамаровото предложение аз нахвърлих, а той вмъкна в студията си моята накратко изложена гледна точка от онези дни върху главоблъсканицата относно мисленето без думи:

„Знаците са необходима опора на мисленето. За социализираната мисъл (етап на комуникация) и за мисълта, която се социализира (етап на формулиране), най-естествената система от знаци е, собственно казано, езикът. Но вътрешната мисъл особено когато е творческа, охотно използва други системи знаци, които са по-гъвкави, по-малко стандартизириани от езика и оставят повече свобода, повече динамизъм за творческата мисъл. Сред всички тези знаци, или символи, трябва да се разграничават конвенционални знаци, заемани от социални уславявания, и, от друга страна, лични знаци, които, на свой ред, могат да се подразделят на постоянни знаци, принадлежащи към устойчиви навици, към индивидуални модели на разглежданата личност, и на епизодични знаци, които се установяват *ad hoc* и участват само в отделен творчески акт“.

Точно в момента, когато изпраща книгата си в печатницата, Адамар получил, както той твърди в бележка под линия, „писмо от професор Айнщайн, съдържащо информация от огромен интерес“. Това последно „Свидетелство“ той добавя към тома като негово второ приложение. И двамата подложихме „обстоятелствените и пълни“ отговори от Айнщайновото послание на щателно проучване и противопоставихме неговата интроспекция с гореупоменатото лингвистично обобщение. Съкровеният и почти безсловесен характер на творческия процес на Айнщайн се описваше в неговите отговори на въпросите относно видовете знаци, които се появяват в ума му, когато е погълнат от научни открития:

„Думите или езикът, както се пишат или говорят, не изглежда да играят никаква роля в моя механизъм на мислене.“

Психологът Макс Вертаймер разказва как седял по четири часа сам с Айнщайн, докато последният му разкривал „историята на драматичното развитие, чийто връх е теорията на относителността“. Айнщайн тук потвърждава (десетилетия преди писмото му до Адамар!), че мислите му по този предмет не възниквали в каквато и да е словесна формулировка: „Въобще много рядко мисля с думи. Мисълта идва и мога да опитам да я изразя с думи след това.“ Убеждението на определени хора, че „тяхното мислене винаги е в думи“ го кара да се смее. Очевидно, развитието на мисълта на Айнщайн изпреварва укрепването на езика му.

Както свидетелства Айнщайн в писмото, приложено към книгата на Адамар, „определенi знаци и повече или по-малко ясни *образи*“ (курсивът добавен), двата вида „физически единици, които, изглежда, служат като елемен-

ти в мисленето“, могат да бъдат – вече в този предсловесен период – нарочно повтаряни и преподреждани и следователно стават личен репертоар от означаващи средства. Въпросът за свързаното възпроизвеждане и пресъчетаване указва, че отъждествяването и пренагласяването на съставки, или с други думи идеята за взаимната допълнителност между инвариантността и контекстуалната вариативност действително завладяват Айнщайн, отнасяйки се към един предлингвистичен семиотичен етап. За него, както той твърди в своето свидетелство, е очевидно, че „желанието накрая да се стигне до логически свързани понятия е емоционалната основа на тази доста смътна игра с гореупоменатите елементи“.

Три субективни фактора – желание, емоция и „чиста интуиция“ – подчертават концепцията на Айнщайн за творческата мисъл като избирателна, нападателна и пресъчетаваща игра. Повторното му позоване „на тази доста смътна игра“ е свързано с неговата *profession de foi*, подхвърлено в заключението на същото свидетелство: „Това, което наричате ясно съзнание, е гравитационен случай, който никога не може напълно да се осъществи.“

Твърде симптоматично за менталността на Айнщайн и за неговия болезнен спомен от бавещото се преоборване с непревземаемия език като дете е, че в отговорите, които той предлага на проницателните въпроси на Адамар и Верхаймер – и двамата усърдно търсещи „конвенционалните думи“ и тяхната интерференция с първоначалната „асоциативна игра“, – препраща (дали поради нежелание, или поради неспособност) към очевидно по-късен етап на „след това“, една вторична фаза, насочена към „достатъчно установена“ система от стандартизиирани думи и обичайни конструкции, а именно думи и строежи, които могат да се възпроизвеждат при желание, и преди всичко „да се предават на другите“. Свидетелството на Айнщайн, че „на етап, когато изобщо се намесват думи“, те са „в този случай пасивни – т. е. чисто слухови“, – напълно съответства на детското вярно възприемане на заобикалящата реч при все още неправилно възпроизвеждане на свое собствено изразяване.

Подобно свидетелство се появява в „Разговори с Алберт Айнщайн“, записано от физика Р. С. Шенкланд:

„Когато чета, чувам думите. Писането е трудно и аз комуникирам по този начин многолошо.“

Забележително е, че в случая с Айнщайн, както изяснява Адамар, първоначалните елементи на обикновената мисъл, „преди да се намесят думите“, сякаш са от визуален, както и мускулен, очевидно, жестикуларен тип.

В своите „Автобиографични бележки“ Айнщайн очертава отчетлива линия между личното мислене и междуличностната комуникация. В процеса на последната посредством вербализацията и синтактичните правила по-

нятияните системи стават „комуникабилни“, докато процесът на самото мислене поражда това, което той нарича „свободна игра с понятия“, която може да се развива през по-голямата си част дори без употреба на сетивно разпознаваеми и репродуцируеми знаци и освен това може да се развива „в значителна степен несъзнателно“. Както Айнщайн постулира едно десетилетие по-рано, всичко, което е необходимо, е да се фиксира съвкупност от правила, сравними с произволните правила на една игра, чиято строгост сама прави играта възможна, докато „фиксирането никога няма да е окончателно“.

Съотношенията на „понятията, които възникват в нашето мислене и в нашето лингвистично изразяване“, довежда до две коренно различни разглеждания в Айнщайновото творчество. В неговите „Бележки върху теорията на Бъртранд Ръсел за познанието“ той настоява върху невъзможността и за понятийни, и за словесни „свободни пораждания на мисълта“, придобивани индуктивно от сетивни преживявания: „нямаме съзнание за пропастта – логически непрекосима, – която отделя света на сетивните преживявания от света на понятията и пропозициите“, накратко – суровата емпирия – от научната теория. От друга страна, Айнщайн непрестанно напада езика за това, че натрапчиво ни принуждава да работим с думи, свързани с неадекватни преднаучни понятия, и за превръщането на нашия конвенционален инструмент за обосноваване „в опасен източник на грешки и заблуди“. Например същностната евивалентност на две понятия лесно се скрива, когато се употребяват погрешни названия, които не се свързват.

Що се отнася до личната и първична склонност на Айнщайн да приписва на акта на мислене пълна независимост от езика, очевидно е от собственото му свидетелство, че емоционалните копнежи не само действително водят творческото му мислене като учен философ, но също лежат в основата – при такива трагични преживявания като събитията на Втората световна война – на неговия страстен стремеж към ясно разбирането на човечеството и за наднационални „общи истини“. В такива моменти „думите на езика“ внезапно изплуват на преден план. В обръщението му от 1941 г., цитирано по-горе, Айнщайн заключава: „Умственото развитие на индивида и начинът му на формиране на понятия се основават във висша степен върху езика“ и на „словесното насочване от неговото обкръжение“. Откривателят въпреки това настоява обаче, че научните понятия „са установени от най-добрите мозъци от всички страни и времена“ и, „разбира се – както той си спомня да добави – това е станало в уединението на творческия процес“. Все пак същевременно взема предвид и „кооперативните усилия, що се отнася до крайния резултат“, едно съвместно усилие, което на „дълга дистанция“ може да преодолее съвременното объркване на целите“.

Встрани от Айнщайновата интимна, както би казал някой, вродена освежоменост по фундаменталните въпроси за мястото, определено на езика в човешкия разум, дълбоки духовни връзки свързват физика с един забележителен предшественик на модерната лингвистика, швейцарският учен Йост Винтелер (Jost Winteler) (1846–1929 г.). Дисертацията на Винтелер, публикувана през 1876 г., демонстрира предизвикателно методологическо новаторство и острота в подхода му към звуковите системи с неговата фундаментална отлика между „акцидентални черти“ (вариации) и „есенциални черти“ (инварианти). Но теоретичните фундаменти на автора се посрещнат от академичните бюрократи с пристрастно недоверие. Поради това смелият търсач е обречен да пожертва далеч достигащите си научни планове и да изпита безраздостната съдба на един живот на първоначално деен, но рано пенсиониран учител.

През 1985 г. младежът Алберт Айнщайн, пропадайки на приемния изпит за Федералния институт по технология в Цюрих, намира убежище за година в кантоналното училище в Аарау и там става ученик пансионер и млад приятел на Винтелер, който по-късно става и свекър на сестрата на Алберт – Мая. Много обстоятелства показват колко благоприятно се оказва това временно пребиваване. Госпожица Елен Дюка любезно осигури цитат от кратките биографични мемоари, написани от Мая Винтелер през 1924 г.:

„В семейството на учителя от училището (в Аарау) и учен в историко-лингвистичната област, (Айнщайн) намира приемане и симпатия и поради това той се почувства веднага съвсем като у дома. Така времето в Аарау стана за него в много отношения значимо и едно от най-хубавите през целия му живот.“

Младият ученик и по-старият мъж очевидно виждат политическите въпроси в сходна светлина. Професор Елмар Холенщайн от *Ruhr-Universitaete Bochum* се позовава в своя обширен материал – *Albert Einsteins hausvater in Aarau & Der Linguist Jost Winteler* – на едно непубликувано писмо на Айнщайн до Винтелер от 1901 г., осъждашо немското „преклонение пред авторитетите“ (*Autoritaetendusel*) като „най-големия враг на истината“. Месец преди смъртта си Айнщайн продължава да възхвалява своя учител от Аарау, „който не се основаваше на никакви външни авторитети“.

Ежедневните разговори с блестящия наставник навсярно запознават впечатлителния юноша със същностните принципи и термини на Винтелеровата дисертация – „сituационната относителност“ (Relativitaet der Verhaeltnisse) – и с неразтрогаемите брънки между понятията *относителност* и *инвариантност* – те лежат в основата на Винтелеровата лингвистична теория и си съперничат известно време като пробни имена за първото откритие на Айнщайн. Особено поучително – сред непубликуваните из-

точници на Холенщайн – е писмото, написано на 10 април 1942 г., до директора на Швейцарската национална библиотека относно Йост Винтелер, учител от Аарау, от един от синовете на последния, д-р Йост Фридолин Винтелер, който се стреми да покаже колко траен остава споменът за отношенията между учителя и неговите студенти и оценката за ясните и прозорливи съждения на учителя:

„Именно от него (башата на Йост Фридолин) чух за първи път твърдения за относителността, които после бяха математически развити от Айнщайн (1895–1896 г.), който се учеше и завърши кантоналното училище в Аарау и беше на пансион в нашата къща.“

Според собственото признание на Айнщайн „зародиша“ на специалната теория на относителността“ вече се съдържаше в онези парадоксални размишления (Gendanken-experiment), които първи го вдъхновяват през цялата му година, която прекарва в училището на Аарау, и му изглеждат „интуитивно ясни“.

Емоционалният стил на Винтелер поразява читателите в предговора на неговата докторска дисертация:

„Моята работа в своята същност е адресирана единствено до онези, които са способни да схванат словесната форма като разкриване на човешкия ум, която се намира към самия разум в много по-вътрешни и по-обхватни отношения, отколкото дори най-добрите произведения на най-ненадминатата литература. Следователно адресатите на моята работа следва да схванат изследването на скритите сили, които определят непрестанното движение на словесната форма, като задача, която по своя интерес и релевантност се съревновава с всяко друго поле на знание.“

Общо сходство, изглежда, свързва този пасаж с пламенните редове на обръщението, което Айнщайн връчва на Макс Планк:

„Висшата цел на физика е да стигне до онези елементарни закони, от които космосът може да бъде построен с чиста дедукция. Няма логически път до тези закони. Само интуицията, основаваща се на вживяване в опита, може да ги постигне.“

Ученникът от Аарау запазва завинаги възторжен спомен за Винтелеровия „ум на ясновидец“. Сред множеството скъпоценни писма, обменени между 1903 и 1955 г. между двамата вечни приятели – Алберт Айнщайн и Мишел Бесо, се сблъскваме с изумително послание, изпратено на 16 февруари 1936 г. от Принстън до Берн, с трескави образи, такива като „един мъчителен математически демон“, „отчаяно състояние на човешките дела“ и „die Narren in Deutschland“ („глупациите в Германия“ – бел. прев.). Драматичното послание съдържа между другото позоваване на „пророческия дух на професор Винтелер, който разпозна надигащата се опасност толкова рано и толкова

пълно“. Цялото писмо завършва несвързано с думи на надежда, че преходното господство на чисто статистическата физика в края на краишата ще бъде преодоляно от универсалния спекулативен разум.

Проучихме идеите на Айнщайн за езика в светлината на неговите разминаващи се становища за познанието, от една страна, и за комуникацията, от друга. Също се докоснахме до въпроса за близостта на Айнщайн през момичешките му години до изтъкнат лингвистичен новатор от онази епоха. Нека се върнем към въпроса за импулсите, идващи от Айнщайн и намерили отражение в съвременните лингвистични теории или поне в аналогиите между модерната физика и лингвистичните тенденции.

Независимо от разнообразието на релативистки идеологии в различните области на артистичната и научната дейност, общият знаменател на техните главни лозунги, средства и достижения е вън от съмнение. Цитирам продължаващите двадесет години опити да се очертаят интернационалните стремления, които вдъхваха живот на нашето поколение:

„Онези от нас, които разглеждаха езика, се научиха да прилагат принципа на относителността в лингвистичните операции. Бяхме заедно привлечени в тази посока от зрелищното развитие на модерната физика и от изобразителната теория и практика на кубизма, където всичко „се основава на отношението“ и на взаимодействието между части и цялости, между цвят и форма, между представа и представено. „Не вярвам в нещата – декларира Брак, – а само в техните отношения.“

Въпреки донякъде различните форми, които понятието „фундаментални афинитети“ приема в изкуствата и в науките, преобладаването на търсенето на отношения пред търсенето на самите отнасяни единици споява в едно топологичните ядра на изкуството на това столетие и Айнщайновата наука. Каквато и лична отчужденост да чувства революционният учен към някои форми на артистичните нововъведения, никой не може да отмине красноречивите документи на солидарност, такива като честните признания на великия модерен търсач в изкуството – например декларацията на Пийт Мондриан от 1920 г., публикувана в Neo-plasticisme (Paris): „Les plans colores, tant par position et dimension que par la valorisation de la couleur n'expriment que dyes rapports et non des formes“. („Цветните плоскости, както положението и размерите, така и оценката на цвета изразяват пластиично отношението, а не формите.“ – бел. прев.)

Когато си припомняме и препрочитаме многообразните обстоятелства на тесни взаимовръзки сред московския артистичен, литературен и научен авангард от 10-те и 20-те години, осъзнаваме колко значимо, продуктивно и очаровашко е запознанството със съчиненията на Айнщайн и неговите следовници. И Московският лингвистичен кръг – една млада експериментална асоциация,

бореща се за ревизия на теорията за езика и поезията, както и исторически по-късните разклонения на същата тенденция, т. нар. Пражка структурална школа, явно са съпричастни към методологическите стремежи на Айнщайн в опита му да се свързват проблемите във фокуса на относителността и инвариантността. Един от примерите, илюстриращи вярата в отношението, е подгответен и публикуван от Пражкия лингвистичен кръг за фонетичната конференция през 1930 г. В списъка на „фундаменталните понятия“ първото място принадлежи на *фонетичната опозиция* и тази точка се следва от позоваване на същите неща, които са в опозиция, наречени *фонетични единици*. Архитектониката на йерархията е дори по-близка до „новата физическа гледна точка“, тъй като скруктуралният анализ на словесната вселена измества предишния механистичен подход. В „Теорията на относителността на Айнщайн“, както се схваща от философа Ернст Касирер, „съществува само единството на определени функционални отношения, които са различно означавани според системата от съответствия, в които ги изразяваме“.

Оценка на относителността на формата на мисълта, опитана от двама от най-оригиналните американски лингвисти – Едуард Сапир (1884–1939 г.) и Бенджамин Лий Уорф (1897–1941 г.), и по-специално прятко позоваване от първия на „физическата относителност на Айнщайн“ предлагат други значими примери на смело лингвистично новаторство, което по цел се доближава до Айнщайновата концептуална рамка и до непосредствения, макар и ограничен въпрос, поставен от Айнщайн в радиопредаване през 1941 г.: „В каква степен един и същ език знае една и съща менталност?“ Всяко влияние неминуемо влече не само подобия, но и поучителен разнобой в мненията.

Може би най-многозначителното съгласие между нововъведенията във физиката и в съвременната лингвистика са онези съвпадения, които, изглежда, се дължат на просто преся克ло се, независимо развитие. Такива скрити съответствия показват съществено паралелно движение в тези различни науки. И Айнщайновото изискване към физиците теоретици – да се стрелят към най-високия възможен стандарт на строга прецизност в описание – то на чистите отношения – както и неговото поздравление до Макс Планк послучай шестдесетия му рожден ден (1918 г.), цитирано по-горе, и близкият двойник на това изискване – а именно колкото може по-стриктно изследване на физическия свят за мрежа от взаимосвързани елементи – се наливат в красноречиво съответствие със задачите на напредничавата лингвистика. Грижливи сравнения между фундаменталните понятия на релативистката физика и съставките на езика разкриват очебиен изоморфизъм, за който лесно могат да се дадат примери на различни нива на словесната структура.

Няколко широкоизвестни фонетични случаи могат да бъдат достатъч-

ни за разбирането на този проблем в неговата общност. *Разграничителните черти*, които изпълняват главната задача на речевите звуци, са, както Айнщайн би ги нарекъл, строго релативистки идеи, интуитивно схващани като бинарни опозиции. Така например в онези консонантни системи, които пораждат смислово-неутрална употреба на т. нар. плоски (flatness) характеристики, плоските (flat) консонанти са феноменологично еквивалентни. В нашето възприятие преди всичко ги различаваме по особеното снижаване нания им формант. В различните езици наблюдаваме определени разлики в сензомоторните модалности на този процес. Например един почти подобен слухов ефект може да се получи както чрез лабилизация, така и чрез фаринксализация, или с други думи – чрез стесняване на предния или задния край на устната кухина. Но тъй като разликата между тези два специални случая никога не се използва за целите на смисловото различаване, общийят знаменател наделява над разликите (както и над някои други също повърхностни модалности). Типологията на езиците утвърждава структурната инвариантност на въпросните черти и се оказва, че универсалните закони на езика допускат не повече от една пръста опозиция – на наличната и отсъстващата плоскост. В лингвистиката принципът на еквивалентността (вместо на механичната еднаквост) поставя граници за значимостта, която може да се очаква при търсенето на отделни некоординирани части от опита. Вместо това постепенно се получават малък брой закони във фундаменталните отношения, които лежат в основата на словесната (както и на физическата) вселена.

„Nun fiel mir sin“ (Хрумна ми сега) – това е част от Айнщайновите „Автобиографични бележки“, което звучи като първи поглед върху Общата теория на относителността и като общ лозунг за съвременните науки, всяка от които се стреми да преобразува изобилието от първичен материал в пестеливостта на общите закони. Проблемът за еквивалентността се оказва уместен при принципа на относителността, както и при откриването на лингвистичните универсалии. Съществена ревизия на време-пространствения модел въпреки разликите в изложението на тези въпроси в аспекта на различните науки ни отвежда далеч от предишната механистична гледна точка. Към такива нови лингвистични гледни точки, изискващи оживена интердисциплинарна дискусия, може да се отнесе важното понятие за динамична синхронност, обратимото движение на текущи събития и концепцията за всяко изменение в неговия ход като вътрешно симулантно на забележими осцилации.

Нилс Бор настоятелно повтаряше за дълбоките връзки, които днес обединяват физиката и лингвистиката, на чито взаимоотношения и двамата посветихме общ МИТ – семинар в края на 1950 г. „Наложителността на ре-

лативистичната инвариантност“ според любимия израз на Бор беше напрегнато дискутирана по отношение на търсенето и структурата на окончателните образуващи и на физиката, и на лингвистичната вселена, „елементарните кванти“, както бяха наречени във физиката и както бяха взети от физиката в лингвистиката. Стремежът на нашето поколение в лингвистиката да схване словесната маса като „прекъсната материя“, която е съставена от елементарни кванти и поради това разкрива „зърнеста“ структура, отчасти продължава по-стара поредица усилия. В същото време обаче този стремеж показва очевидна зависимост в развитието на точните науки, което беше, както свидетелствам, истински източник на вдъхновение за лингвистичния авангард в първата третина на нашето столетие в научните центрове и на Запада и на Изтока.

Нека накрая споменем, че двата полярни и неотделими проблема – а именно симетрията (с нейните разнообразни трансформации) и асиметрията, от друга страна, и нарушенето на симетрията, от трета – се просмукват в различни науки. В своите *Тематични източници на научното мислене* Джералд Холтън изтъква тласкащата жизнена роля, която аргументите на симетрията придобиват във физиката на Айнщайн. В съществена степен аналогични понятия намираме във всяко по-широко приложение в анализа на коя да е лингвистична структура. Все пак пълният комплекс симетрия–асиметрия в лингвистичното изследване – и в неговото онтологическо осъществяване, и в качеството на чисто формален инструмент – трябва да се вижда по-скоро като принадлежащо към победите на бъдещето, отколкото към вчерашните и днешните. В този момент обаче можем да се утешим с мисълта, която Айнщайн изписва само четири седмици преди смъртта си:

„За нас разграничението между минало, настояще и бъдеще е само една илюзия, макар и упорита.“

Една епохална научна теория може да се възроди в съвременната поезия в качеството на изначален мит. Така например Владимир Маяковски, руски авангарден поет, от първия си, бърз и неспокойен преглед през 1920 г. на теорията на относителността до навечерието на своето самоубийство през 1930 г. възхвалява „футуристичния мозък на Айнщайн“ и посвещава своята последна драма от 1929 г. *Баня* на съкрушителната победа на такъв необикновен ум над мнимата абсолютност на времето.

(R. Jakobson, Einstein and the Science of Language –  
In: Albert Einstein, Historical and Cultural Perspectives,  
N.J., 1992, 134-150).

## УНИВЕРСАЛНИЯТ ЕЗИК НА НАУКАТА\*

А. Айнщайн

Първата стъпка по пътя към създаването на езика е била изразяването на впечатленията от събитията посредством символи, звуци или по друг начин. Напълно вероятно е до подобно примитивно равнище на общуване да са стигнали, поне до известна степен, всички животни, които живеят в общества. По-висока степен на общуване се достига, когато се въвеждат нови символи, когато има усълвяне относно смисъла на тези символи и се изразява отношението към означаваните с тях събития. На този етап вече става възможно да се съобщава за по-сложни поредици от събития. Така се ражда езикът. Ако езикът трябва да служи за универсално взаимно разбиране, то онези, които го използват, трябва да се придържат към единни правила както за символите от една страна, така от друга - за събитията и връзките между събитията. Онези, които говорят на един и същ език, решават проблема за овладяването на тези правила главно чисто интуитивно през детството. Когато тези правила се осмислят, възниква онова, което наричаме граматика. През ранния стадий всяка отделна дума на езика може да съответства на впечатления. В по-късните стадии тази пряка връзка се губи, тъй като някои от думите изразяват впечатления само в комбинация с други думи (например думите „съм“ или „нешо“). Сега вече не отделни думи се поставят в съответствие на впечатленията, а комбинации от думи отговарят на групи от впечатления. При това езикът става отчасти независим от първоначалните впечатления и се постига неговата по-голяма вътрешна свързаност и самостоятелност. Само на този по-висок етап на развитие, когато са се появили достатъчно много абстрактни понятия, езикът се превръща в инструмент на мисленето в истинския смисъл на тази дума. Но тъкмо тук езикът става източник на опасни грешки и заблуди. Всичко зависи от това до каква степен думите и техните комбинации съответстват на света на впечатленията.

Все пак на какво се основава тази тясна връзка между езика и мисленето? Нима не е възможно да се мисли, като се използва не езикът, а само понятията и комбинациите от понятия, за които е невъзможно да се подберат думи? Нима не се е случвало на всеки от нас да търси думата, едва след като ясно е осъзнал връзката между предметите? Бихме могли да допуснем, че на акта на мисленето може да се припише пълна независимост от езика, ако индивидът е формирал или би могъл да формира своите предста-

\* Обръщение на Айнщайн по радиото към събранието на Британската асоциация за напредък на науката (септември, 1941 г.)

ви, без да общува с други хора посредством езика. И все пак най-вероятно мисленето на индивид, израсъл в подобни условия, би било твърде ограничено. Оттук трябва да заключим, че умственото развитие на индивида и особено характерът на формирането и на комбинирането на понятията в значителна степен са свързани с езика. Следователно еднаквият език означава еднакво мислене. В този смисъл мисленето и езикът са взаимно свързани.

По какво се различават езикът на науката и обичайния език? Как можем да си обясним, че езикът на науката като цяло е разбираем за всеки? Науката се стреми към възможно най-голяма точност и яснота на понятията, на тяхната взаимна връзка и съответствието им със сетивните данни.

Да разгледаме като пример езика на евклидовата геометрия и езика на алгебрата. Съществува неголям брой въвеждани по независим начин понятия и символи, като например число, прива, точка, а също основните правила за комбинирането на тези понятия. Взети заедно, те образуват основа за построяването или определянето на всички подредени твърдения или на други понятия. Връзката между понятията и твърденията, от една страна, и данните на сетивните възприятия, от друга, се установява посредством операциите на преброяване и измерване, дефинирани достатъчно строго. Наднационалният характер на научните понятия и на научния език се обуславя от това, че те са създадени от най-добрите умове на всички времена и народи. В самота (и все пак в съвместни усилия, ако се разглежда крайната им цел) те са създали духовните оръдия за техническата революция, която през последното столетие преобрази живота на човечеството. Създадената от тях система от понятия служи като пътеводна нишка в дивия хаос на сетивните възприятия и ни учи да извлечем общи истини от частните наблюдения.

Какви надежди и страхове ще донесе на човечеството научният метод? Не смяtam, че този въпрос е поставен правилно. Онова, което хората могат да направят с помощта на дадено устройство, зависи изцяло от характера на целите, които човечеството поставя пред себе си. В момента, в който тези цели са определени, научният метод посочва средствата за тяхното постигане. Но научният метод не може да посочи тези цели. Научният метод сам по себе си не би могъл до нищо да доведе и даже не би могъл да възникне, ако не съществуваше страстният стремеж на человека към ясно разбиране. Смяtam, че нашето столетие се характеризира с развенчаване на целите и с усъвършенстване на средствата за тяхното постигане. Ако ние страстно се стремим към безопасност, благосъстояние и свободно развитие на всички хора, то трябва да се намерят и средства за постигането на това състояние. Ако към това се стреми даже неголяма част от човечеството, то времето ще докаже правилността на нейните стремежи.

Превод от руски: М. Бушев

**„ФИЗИКАТА НА УТРЕШНИЯ ДЕН“  
(Първа конференция за годината на физиката –  
13-15 януари 2005 г., Париж)**

Както е известно на българската общественост, през 2005 г. световната общност на физиците чества Световната година на физиката. От 13 до 15 януари 2005 г. в Париж се състоя откриването на това честване, организирано от Съюза по чиста и приложна физика, Европейското физическо общество, ЮНЕСКО и редица други национални и международни организации и фондации. Идеята бе на този форум водещи учени в областта на физиката от различни държави, нобелови лауреати, представители на индустрията от една страна и млади учени, студенти и ученици от друга, да имат възможност да получат информация за съвременното състояние и обсъдят очакванията за това каква ще бъде физиката на утешния ден. Организаторите имаха амбициозната идея да съберат в Париж представители на физическата колегия от целия свят, за да популяризират и стимулират изследванията по физика в съответните страни. Организационният комитет и лично неговият председател, професор Дюклоа, поканиха България да вземе активно участие в тази среща, като поеха разносоките в Париж на 14 студенти и ученици с изявени способности в областта на физиката.

По предложение на УС на СФБ и с активната поддръжка на БАН Р. България беше представена от делегация в състав заместник-председателя на БАН, академик Н. Съботинов, главния научен секретар професор Н. Якимов, заместник-председателя на СФБ професор Н. Тончев, г-жа С. Иванова, експерт от МОН, доцент Абрашев от СУ, треньор на ученическите и младежките отбори по физика и 14 студенти и ученици лауреати на различни конкурси и олимпиади по физика. В Париж, по предложение на БАН, към делегацията се присъедини и г-н С. Ангелов, бивш посланик на България и упълномощен представител на БАН във Франция и ЮНЕСКО.

Седмица преди заминаването за Франция, цялата делегация беше приета от президента на Р. България г-н Г. Първанов, който е председател на Почетния комитет за честването на Годината на физиката в България.

Тази първа международна инициатива, свързана с Годината на физиката, демонстрира значението, което междуправителствените организации, ООН и особено ЮНЕСКО отдават на физиката като наука. В конференцията взеха участие над 1000 представители на страните членки на ЮНЕСКО от всички континенти. Голямата зала в седалището на ЮНЕСКО в Париж бе-

## **Световна година на физиката**

---

ше препълнена и през трите дни на конференцията. Особено приятно беше присъствието на много млади хора – студенти и ученици, за които няма съмнение, физиката ще бъде призвание и съдба. Като лектори и участници в обсъжданията бяха привлечени осем нобелови лауреати и известни учени от Русия, Италия, САЩ, Франция, Германия, Япония, Бразилия, Мексико, Турция и др. Основните лекции обхващаха различни проблеми и области от физиката които се очертават като най-важни в момента:

Жорес Алфьоров (Нobelова награда по физика 2000 г.) – „Физика и информационни технологии“,

Клод Коен-Тануджи (Нobelова награда по физика 1997 г.) – „Квантовата физика и нейното влияние в нашето ежедневие“,

Харолд Крото (Нobelова награда по химия 1996 г.) – „2010 г. – Одисея в нанопространството“,

Герард т'Хуфт (Нobelова награда по физика 1999 г.) – „Общи теории на елементарните частици и сили“,

Масатоши Кошиба (Нobelова награда по физика 2002 г.) – „Неутрино“,

Георг Шарпак (Нobelова награда по физика 1992 г.) – „Обучение и образование по физика“.

Много интересни бяха и лекциите на Мириам Сарачик (САЩ) – „Нанофизика и нанотехнологии – влияние върху реалния свят“, Клаус Вейрих (Германия) – „Иновациите – предизвикателство за науката и индустрията“, К. Р. Сринивасан (Индия) – „Физика и развитие“, К. Н. Р. Рао (Индия) – „Интерфейса физика-химия през десетилетията“

Проведоха се и две „кръгли маси“: „С какво допринася физиката за социално-икономическите предизвикателства на 21-ви век?“ и „Възприемане на физиката и науката от широката публика“, в които участваха и нобеловите лауреати Карло Рубия (Италия) и Бъртон Рихтер (САЩ). Дейността на конференцията протече при изключителен интерес, често пъти лекторите бяха изпращани с овации, присъщи по-скоро на прояви в областта на изкуството, но кой се съмнява, че способността да се разкажат ясно и интересно достиженията на съвременната наука е изкуство? Българските участници имаха повод за особена гордост, когато видяха в лекцията на нобеловия лауреат Ж. Алфьоров сред няколкото имена на световноизвестни учени с изключителен принос в областта и имената на българите Странски и Кръстанов!

Българската делегация беше поканена в посолството на България във Франция, където посланик М. Райков ни посрещна с искрен интерес в приятна и приятелска атмосфера.

**Н. С. Тончев**

## ПСИХОЛОГИЧНИТЕ МОТИВАЦИИ НА НАУКАТА НА НОВОТО ВРЕМЕ

А. В. Юревич

### Протестантското мислене

Разпространението на протестантството е съпроводено от формирането на *новия стил* на мислене, значително отличаващо се от мисленето, характерно за античния свят и ранното средновековие. Главната особеност на античното мислене е отсъствието на общоприето пресмятане на времето (всеки полис си има свое пресмятане), широко използване на изрази с времева неопределенност, признаване за достоверно знание само това на очевидца и пр. За средновековното мислене са свойствени „построяването на предметите и думите в едно смислово пространство“, означаващо „писменост на предметите и предметност на думите“. След като предметите и явленията са били възприемани като знаци, а светът се е интерпретирал като своеобразна книга, написана с „божествена писменост“, значи словесният или писменият знак, обозначавани от него, са могли да бъдат уподобени и взаимно заменя-еми. От това произтича и отношението към природата като към текст, метафорическото определение на познанието като към „четене на книгата на природата“ и превръщането на тълкуването на текстовете като основна грижа на средновековната наука.

Новият стил на мислене, подготвил появяването на Новото време, обикновено се характеризира като *атомистично-механичен*, основаващ се на избиране във всяко анализирано явление на отделните елементи и установяване на връзките между тях, опора на понятието *механична причина*, които изместват ключовите за предшестващия стил на мислене понятия и цели. Новият стил е имал очевидни предимства пред античното и средновековното мислене, схоластично критикувано от Галилей, Декарт, Гасенди, Хобс и другите основатели на Новото време като празнословно и „неонтологично“. Привлекателността на новото мислене се е обяснявала преди всичко с когнитивни фактори – например „стремеж механически да се обяснят връзките между природните явления“. Но своята роля изиграват и социалните причини – популярност на атомизма, явно обусловени от културно-исторически фактори, в частност от тенденцията към „атомизация“ на самото общество през XVII-XVIII век.

„Атомизацията“ на обществото се свежда до разрушаване на феодалните обществени зависимости и до обособяване на индивидите в осъзнаването им като качествено стойностни самостоятелни личности, с изразена индивидуа-

листична психология – опора на обществените отношения. Връзката между когнитивните и социалните феномени – атомизъм и индивидуализъм, прозира и в етимологията на тези термини. Етичният индивидуализъм („индивидуализъм“ – латински превод на гръцката дума „атом“) и естественонаучният атомизъм (корпускулярност) през XVII и в началото на XVIII век са се възприемали като различни аспекти на единно светоусещане, според което основополагащите елементи както на природата, така и на обществото са самостоятелните индивиди (атоми, корпускули), взаимодействието между които се осъществява механично, чрез външна регулация, подчиняваща се на строги закони. Устройството на обществото се е запечатало в стила на мислене, обрънат към природата, което впрочем е ставало неведнъж. Така древните гърци са разпространили върху природата понятието за причинност, сформирано в системата на социалните отношения, характерно за древногръцкото общество. Устройството на това общество е намерило отражение и в математическите схеми, разработени от тях: дедуктивният метод и други математически прийоми проникват в древногръцката математика от социалната практика. Математиците от по-късни времена също достатъчно явно възпроизвеждат обкръжаващата ги социална практика в своите математически построения. Образът на света, насочващ мисленето на Нютон, се изгражда под голямото влияние на философията на Хобс. А Дарвин отчетливо отразява в теорията си за естествения подбор практиката на английските скотовъди, както и представата за обществото, господстващо по това време. Така че и сега за природата, която дотогава се е възприемала като жив организъм, започва да се мисли като за механична структура, напомняща часовников механизъм.

Атомизъмът и механицизъмът като осеви *когнитивни* компоненти на новото мислене са били допълнени с редица обосновани от протестантската етика постановки, които можем да означим като *когнитивно-етични*. Една от тях е *рационализъмът* – стремеж към налагане на господството на разума над стихията на чувствата, който има яркоизразен социално-психологичен произход. Средновековният свят се е рушил в непрекъснати войни, подобни на 30-годишната война в Германия, в условията на девалвация на традиционните ценности, упадък на нравите, крах на основните жизнени устои. Всичко това естествено е пораждало в човека от онези времена достатъчно дискомфортно състояние, принуждаващо го да търси начини за обновяване на живота. Реформацията изразява това настроение в програма за целенасочено преустройство на целия начин на живот на основата на *контрола на разума над афектите*. Етическите системи в епохата на Реформацията, включително и „възродените“ антични системи (стоицизъм и епикурейство), са ориентирани човека към работа върху вътрешния му свят, към формиране на неговото единство (борба с хаоса от афекти, внасяне на

дисциплина в съзнанието, самоконтрол и пр.), защото именно тяхното отсъствие и ръководното начало на разума са били приети за основна причина за противата процеси.

Впрочем тези изразени протестантски компоненти са доведени до логическия им край от завършения правоверен католик Рене Декарт, който – живял известно време в Холандия – наистина не избягва влиянието на Реформацията. Той е бил убеден, че хората ще се вразумят и ще престанат да бъдат подвластни на хаоса на афектите, ако познаят основните принципи на съществуване на природата и се научат да живеят в съгласие с тях. В познанието и мисленето той вижда средство за успокояване и вразумяване на човечеството, от което той остро недоволства. „Нека се стараем добре да мислим: това е началото на нравствеността“ – му внушават Паскал и други мислители от това време.

От идеите за самоконтрол посредством познанието за природата до намерението да се контролира самата природа остава само една крачка и тя е направена. Декарт изразява увереността си, че човек е длъжен, от една страна, да контролира историята във всичките и форми, започвайки от строителството на градовете, държавните учреждения и завършвайки с науката, а, от друга – да се превърне в „господар на Природата“.

Намеренията за господство над природата, опознавайки я, не само не са противоречали на християнската идея за Бога, но са били подкрепяни от нея. Според християнските заповеди съвършенството на Бога се състои в това, че той е създал природата в съответствие с определени закони, а човека е надарил с естествената светлина на разума и със способността за познание. Оттук – много характерната за мислителите на онова време идея, че познанието е богоугодно дело, защото, познавайки природата, ние постигаме Бога и се приближаваме към него. В частност Бекон подчертава, че науката, обезпечаваща власт над природата, съдейства за неговото нравствено и религиозно обновление. Той пише, че „Бог ни е дал две книги: Светото писание, в което се разкрива Божията воля, и книгата на природата, разкриваща неговото могъщество. И от тези две книги втората е ключът към първата, не само подготвяща нашия разум към възприемане на основите на общите закони на мисленето и истинския смисъл на казаното в Писанието, но основно развиваща нашата вяра, заставяйки ни да се обръщаме към сериозни размишления за божественото могъщество, чито знаци са ясно запечатани върху камъните на неговото творение.“ А Роберт Бойл, изхарчил немалко лични средства за преводи на Библията на различни езици, твърди, че изучаването на Природата прославя повече Бога, отколкото човека. В такъв дух са и повечето изказвания на другите основатели на науката на Новото време.

При това самата представа за вярата в Бога също е подложена на прераз-

глеждане от позициите на рационализма. Проповедниците на протестантството настояват вярата да бъде рационално обоснована, подкрепена от разума, защото рационално необоснована, априорна, нетърпяща въпроси вяра не е истинска вяра, а „мечта или фантазия“. Тази религиозна по своята същност постановка здраво се вкоренява в науката и се трансформира в неин крайъгълен камък в принципа „подхвърляй всичко на съмнение“. По парадоксален начин съмнението се ражда от вярата: *съмнението* като принцип се ражда от религиозната *вяра*, преосмислен в съответствие с принципите на рационализма.

Р. Декарт твърди, че покоряването на природата трябва да става по единен план и с помощта на единен метод. При разработването на този метод той самият е потопен в социално-психологическата атмосфера на своето време, и преди всичко – на зараждащия се индивидуализъм, обявявайки, първо, самосъзнанието на индивида за основа на всички актове на мислене, и, второ, настоявайки, че на истината може да се натъкне по-лесно отделен човек, отколкото цял народ. Възнасянето на самосъзнанието е било подгответо от християнството изобщо и протестантството в частност. Въсъщност категорията „самосъзнание“, играеща централна роля в новата философия, е била непозната в античността: значението на самосъзнанието е продукт на християнската цивилизация. Съждението „мисля, следователно съществувам“ е могло да се превърне в крайъгълен камък на философска система при две определено социално условия, които представляват преди всичко убеденост в онтологичното превъзходство на разума над чувствата, и после признаване на високата значимост на човешката личност, нейния вътрешен свят и самосъзнание. Това признание е било обусловено от протестантската църква, възложила задачата за религиозното спасение на човека на самия него, заставяйки го постоянно да усеща *лична-та* отговорност пред Бога за своите дела.

Не е трудно да се забележи, че протестантският образ на обществото, окказало голямо влияние както върху философията, така и върху естествените науки, притежава вътрешна амбивалентност. От една страна, обществото е „атомизирано“, което неизбежно има и обратна страна на деиндивидуализация на личността, нейното изравняване с другите личности не само по права, но и на същностните и характеристики. От друга страна, се утвърждава самоценността и уникалността на човешката личност и високата значимост на нейния вътрешен свят. Възможно е именно тази амбивалентност да е приучила науката на новото време да спазва равновесието между общото и частното, да различава индивидуалните обекти в общите закономерности, което е въсъщност едно от нейните главни методологически достойнства.

Породената от протестантството *прагматична постановка* на отношение към природата се превръща в прагматично отношение към самата нау-

ка. Протестантската етика изисква от човека да покори природата, да я застави да служи на нейните цели. А пътят към това се вижда в науката, която по такъв начин придобива също прагматична ценност. „Този, който счита, че целта на науката е нейната практическа ценност, е безусловно прав“, пише Ф. Бейкън, автор на толкова любимия на марксическата идеология афоризъм „*знанието е сила*“. А науката, непринасяща практически плодове, той обявява за ненужен разкош.

По такъв начин постановките, които задават когнитивните основания на науката на Новото време, са тясно свързани с основните ценности на протестантството, чиято роля във формирането на новото научно мислене се наслагва от две компоненти. Първо, тя разчиства пътя на новия стил на мислене, подронвайки основите на предшестващите начини на познание. Реформаторите опровергават католическо-схоластичната картина на света, деантропологизират и девитализират представите за природата, или, както казва М. Вебер, го „размагьосват“. Второ, в рамките на протестантството узряват когнитивните постановки, които съставят и основите на новото мислене.

Необходимо е специално да се подчертая *универсалността* на стила на мислене, породено от протестантството, така отчетливо и така синхронно проявяващо се в отделните науки. А общите методологични принципи са спомогнали тези универсални идеи победоносно да проникнат във всички области на науката. Например *идеята за равенство* на хората (пред Бога и пред законите), която оказва не само голямо влияние върху науката за обществото, но се запечатва и в космологичните доктрини (равенство на Земята и другите планети, Слънцето и звездите), което довежда до концепцията за *безкрайното хомогенно и изотропно* пространство на Нютоновата физика.

Тази междудисциплинарна универсалност на новото мислене е съпътствана и от „географическа“ универсалност. Епицентър на неговото разпространение е Англия, където въобще всички социални преобразувания се развиват по-бързо от където и да било другаде. Но същото противично, макар и по-бавно и по-слабо изразено, в континентална Европа – Германия, Франция, Холандия, Белгия и други страни, където Реформацията е успяла да предизвика достатъчно изразени изменения в стила на мислене.

### Протестантският начин на живот

Породеният от протестантството нов стил на мислене е органично допълнен от *нов начин на живот*, или, казано на психологичен език – *стил на поведение*, в основата на който лежат етичните постановки, оформени също през Реформацията.

Едно от главните свойства на науката на Новото време и нейна отлика от античната и средновековната наука е опората и на *експерименталната* наука. Протестантството създава в обществото морална атмосфера, необхо-

дима за появата на експерименталната наука, пораждайки новото *отношение към труда*. Разбира се, би било лекомислено да смятаме, че хората, живели преди тази епоха, не са умели да работят. Но например за изящната култура на древните гърци е било характерно пренебрежителното отношение към физическия труд изобщо и към техниката като средство в частност. При тези условия експериментална наука не е могла да се оформи, понеже експериментът е бил приравняван към „низшите“ форми на занаятчийството и изпадал извън сферата на истинското знание. И въпреки че в средновековна Европа отношението към ръчния труд не е било толкова пренебрежително както в древна Гърция, до XVII век то не е било еднозначно. В частност методическата тренировка на интелекта е била прерогатив на образованите хора от висшите класи, университетските професори и хуманитарите, докато наблюдението и експериментът са били предоставени на плебеите. Едва от началото на XVII век образованите хора започват да проявяват интерес към занаятите и механичния труд, което прави възможно преодоляването на разрива между двете съставни части на научното познание – теоретичното мислене и експерименталното изследване.

Появата на новата – експериментална, постановка за изучаване на природата възниква в резултат на обединяването на мисленето и практиката, за което способстват, от една страна, бързото развитие на техниката, а, от друга – привнесеното от протестантството уважително отношение към ръчния труд и реализираното сливане на *utilitarizma с empirizma*, основателно смятано за главна предпоставка за формирането на Новата наука.

В резултат на това сливане рационализмът, породен от протестантство, притежава сериозни различия от рационализма на предшестващите епохи, чиито представители също са уважавали разума. Тази разлика е съчетанието на рационализма и емпиризма, което е така силно изразено в протестантската етика и представлява същността на съвременната наука. Новият – емпиричен, рационализъм се отличава забележимо от умозрителното постигане и познаване на света, толкова характерно както за античността, така и за католицизма. Новото отношение към труда и техниката не само способства за превръщането на науката от чисто *умозрителна* дейност в *изследователска*, но и посредством техническите изобретения поражда силни стимули за нейното развитие. Например такова „техническо“ събитие като изобретяването на книгопечатането оказва огромно влияние върху развитието на науката, има не само технически, но и социални последствия. То подготвя появата на системата научни комуникации, а следователно и предава на научното познание характер на диалог, в процеса на който ученият мислено се обръща към колегите си, бидейки убеден, че неговите трудове ще бъдат прочетени и осмислени.

Важна роля при формирането на експерименталната наука играе също и

култът към търпение, характерен за протестантството. Защото експерименталната наука за разлика от предшестващата я умозрителна наука предполага достатъчно продължително обсъждане на резултата, като например в случая с Фарадей, който провежда 134 експеримента, за да го получи. Много са учените експериментатори, които изтъкват, че търпението е едно от главните характеристики на тяхната професия. Науката не е съвместима с нетърпението и е напълно закономерно, че като психологическа основа на научната дейност се очертават такива протестантски ценности като умереност, въздържание, трудът като самоценност, самодисциплина и пренебрежително отношение към възнаграждението.

Но всъщност главната протестантска предпоставка за възникването на експерименталната наука е утвърждаването на широкоразпространената инстинктивна увереност в съществуването на *Ред в нещата*, и в частност – *Ред в Природата*. В научните системи на Галилей, Нютон и техните последователи експериментът е универсалният критерий за истинност, но самото провеждане на експеримента се основава на априорната убеденост в съществуването на ред в Природата, който може да бъде познат, ако експериментално и се зададе правилно въпросът. Понятието за законосъобразност на света, нейната устойчивост в съответствие с определени правила, толкова характерни за протестантската религия, колкото и за науката, става едно от главните свързващи звена между тях.

Благодатната почва за развитие на науката на Новото време е била създадена и от разпространението на идеята, която в историята на човечеството има основно политическо звучене – идеята за *свобода и равенство*: индивидуална свобода и всеобщо равенство. Рационализмът в противовес на традиционализма, активността на този свят, противопоставена на отвъдния живот, либерализмът като противоположност на авторитаризма, активното въздействие върху света, а не пасивното приспособяване, равенството, противопоставяно на неравенството – всичко това са ценности, които представляват основата за развитие на новата наука. Либерализацията на обществения живот не само развързва ръцете на науката, освобождавайки я от многобройните средновековни идеологически забрани, но създава и атмосфера за свободни дискусии, жизненоважна за критичната преработка и развитието на научните идеи. А идеята за равенство намира израз в еднаквото отношение към природата като към предмет на изследване и в отсъствието на „привилегирани“ обекти за изучаване, характерно за античната и средновековната наука. Това поражда тотална гносеологическа постановка, в съответствие с която обект на изучаване може да бъде каквото и да е. Вселената и насекомото, макро- и микрокосмосът се разглеждат като еднакво достойни обекти за научно познание, защото всяко от тях се възприема като проявление на мъдростта и откровението на Твореца, когато в процеса на творението не е

имало „любимици“. В резултат ценностната компонента на познавателния процес се измества от обектите на изследване с техните резултати: ценността на познанието добива не това, което се изучава, а истинността на полученото знание и практическата полза от него. Откриването на истината се превръща в крайъгълна ценност на научното познание, което оформя съответстващ на това набор научни дейности – добре известните норми за обективност, незаинтересуваност и т. н.

Впрочем отношението на учените на Новото време към истината както в природата, така и в самата наука не е сакрално, а прагматично, което също е под влияние на протестантството и стимулиращото от него развитие на парично-стоковите отношения. Заниманието с наука се превръща в професия, а учените се превръщат в професионалисти, откриващи истината срещу пари. Материалното възнаграждение на научния труд става неотменен атрибут на професията на учения, от който мислителите на предишните епохи са били лишени. Именно това обстоятелство ляга в основите на напълно справедливата характеристика на учения като „търговец на истини“, който търгува с нея по същия начин, както и всеки друг търговец – със своя продукт.

В резултат научната дейност от факултативно занимание се превръща в разновидност на *труда*, принасяща полза на обществото. Ф. Бейкън я характеризира като „истинска работа“, оформяйки десакрализацията на научното познание, която преди векове е била в много отношения сакрализирана като „особено“ занимание. Обаче науката като труд и професионално занимание съществено се отличава от средновековната ученост. Науката на Новото време е превърнала носителите на новата ученост в *научни работници*, които оформят цял ред нови професионални ценности – такива, като „да бъдеш учен професионалист“, „да бъдеш член на научна общност“, въпреки че самата дума „учен“ в нейния съвременен смисъл се появява благодарение на Р. Уевел в лексикона на човечеството едва през 1840 г.

Резултантна основа на протестантските ценности остава „любовта към науката“, характерна за основателите на протестантската култура, макар че различните протестантски секти се отнасят към нея различно. Най-голяма симпатия изразяват квакерите и пуританите, докато някои представители на калвинистите се отличават с враждебно отношение. Въщност самите инициатори на Реформацията не са големи ентузиасти: Лютер е безразличен, а Калвин има двойствено отношение.

От всичко това може да се направи изводът, че връзката между науката и протестантската *религия* е косвена и нееднозначна. В действителност не самата протестантска религия, а протестантската етика е дала тласък на науката, която, въпреки че е в тясна връзка със съответната религиозна доктрина, притежава и достатъчна автономност и не изразява толкова строго

религиозните доктрини, колкото само ги артикулира като база на ценностната система на своето време. Така че системната постановка, от която израства науката на Новото време, е *непреднамерено и, в много отношения – непредвидено, следствие* от религиозната етика, създадена от великите лидери на Реформацията. Науката се оказва *неизбежен, но страничен продукт* от това, към което са се стремили реформаторите.

Естествено възниква въпросът за конкретните механизми на въздействие на протестантската етика върху науката – за това, по какъв начин протестантските ценности са се трансформирали в базови постановки на изследователската работа. Р. Мерトン посочва три основни направления на такава трансформация. Първото е, че разпространението на протестантската етика е създало в обществото „психологическо налягане“ по посока на определен начин на мислене и поведение. Второто се свежда до личното влияние на хората, възпитани в протестантска култура. Например мнозинството от членовете на Кралското научно общество на Великобритания, в която всъщност се и заражда науката на Новото време, са били пуритани – както и много други личности, внесли приноси в изграждането на нейните основи. Третият път на въздействие на протестантството върху науката минава през системата на образованието. Протестантите се укрепват във всички най-големи университети и други образователни центрове – както в Британия, така и в континентална Европа, завоюват там доминиращи позиции и утвърждават образователна система, основана на приоритета на науката и техниката, изтласквайки католическата система на образование, основаваща се на теологията, схоластиката, ораторското изкуство и изучаването на „мъртви езици“.

Р. Мерトン описва също и три типа *мотиви*, които ръководят представителите на протестантството, създавайки науката на Новото време. Първият мотив е „религиозен“ и цели укрепването на вярата в Бога и приближаването към него по пътя на познанието на природата като негово творение. Вторият – „интелектуален“ – изразява ценността на познанието, обуславящо рационализма. И третият – „утилитарен“ – се определя от стремежа към получаване на практически полезно познание. Мертон постоянно подчертава, че базовите постановки на протестантството като правило получават в мотивацията на учените *несъзнателно превъплъщение*: те нямат за цел реализирането на съответните ценности в научното познание, но, приемайки ги в своето подсъзнание, не могат да ги избегнат.

### „Ирационалните“ предпоставки на рационалното

Протестантството е породено не само от рационализма, но и от редица психологически предпоставки за развитието на науката, които можем да характеризираме като „ирационални“ – естествено, като имаме предвид цяла-

та условност на този термин. Например за протестантството, както и за християнството въобще, винаги е била свойствена масовата *вяра в чудото*, „психологическото очакване на чудеса“, непротиворечаща впрочем на необходимостта от напрегната работа и разчитане на собствените сили. Науката на Новото време бързо постига впечатляващи практически успехи, поразявайки въображението на консуматора със своето съвършенство, сполучливо вписващо се в масовата вяра в чудесата. Науката демонстрира, че чудесата могат да имат и земен произход, и сама се предлага като „конвейер“ за тяхното производство, което не може да не предизвика възторга на потребителя.

Впрочем „иранционалните“ психологически предпоставки за развитието на науката са се породили не само от протестантството, но и от психологическите особености на конкретните личности, въпреки че самите тези личности с техните особености са се формирали също под влиянието на протестантската етика. Така например Нютон, известен с това, че „не измисля хипотези“, превърнал се в ярък привърженик на експерименталната наука, всъщност е възприемал много болезнено всяка критика на своите изследвания и е смятал експерименталните изследвания много по-защитени откъм критика, отколкото хипотезите или умозрителните построения. В неговия стремеж към експериментиране се долавя амбиция за защита на самооценката му – получаването на „необорими“ за критиката емпирични резултати.

А за кончината на Аристотеловата система, за нейното изместване от по-съвременно виждане за устройството на света играят роля и многобройните човешки недостатъци на самия Аристотел, което ускорява и негативното отношение към самия него. Например Гасенди, критикувайки го, широко използва почерпени от различни исторически източници свидетелства за неговата неблагодарност, ненаситност, податливост на различни недостойни подбуди. Всъщност такъв добре познат днес способ на аргументация е бил широкоразпространен още в периода на полагане на основите на Новата наука.

Но най-значимата „иранционална“ психологическа предпоставка за развитието на науката се свързва с разпространената *масова невроза*, основните симптоми на която са били тревожност, масово чувство за загуба на традиционните ценности, неопределеност на бъдещето и т. н., явяващи се следствие за разрушаване на патриархалния начин на живот.

Любопитното е, че корените на тази идея, толкова характерна за психологическия подход при обяснение на развитието на науката, се проследява не в работите на класиците на психоанализата, а в трудовете на Ф. Ницше. По негово мнение научното изучаване на света винаги е служило на човечеството като защищен механизъм от *страха от непознатото*, който природа е предизвикала. Научното обяснение на природата го е превърщало в сложно устройство, търпимо за човешкия ум и е имало важно емоционално

последствие – да трансформира неизбежно пессимистичния непросветен възгled за света в жизнерадостно състояние на просветения ум.

Разбира се, връзката между науката и неврозата е доста проблематична, въпреки че редица факти потвърждава нейното съществуване. В частност клиничните наблюдения говорят, че неврозата и различните емоционални разстройства са по-характерни за учените, отколкото за представителите на други професионални групи. Ето и едно свидетелство на известен американски клиницист: „Моята клинична работа с такава група свидетелства за това, че учените преживяват своите емоционални проблеми много по-напрегнато, отколкото представителите на други типове кариери“. А по признанието на един съвременен наш психиатър „случва се, в едно отделение да лежат толкова много учени мъже и професори, че спокойно могат да проведат симпозиум в палатата“.

Разбира се, може да се предположи, че заниманието с наука с нейните многобройни стресови фактори – напрежение, борба за приоритет и т. н. – спомага за развитието на неврозите, и учените са подложени на нея *впоследствие, в резултат на заниманията си с наука*. Но емпиричните данни говорят за друго. Изследването на семайната среда на учените показва, че те изобщо, като правило, произхождат от невротични семейства, а повишената емоционална възбудимост започва да се проявява при тях в ранна възраст – *докато станат учени*. В резултат заниманието с наука се разглежда не като причина, а като *следствие* на невротичността: хора, характеризиращи се с повишена невротичност, се стремят към занимание с наука, понеже намират в нея психологическо убежище.

Научното познание може да се определи като *търсене на определености*: обяснения, закономерности, връзки между явленията и пр. По мнението на редица изследователи стремежът към определеност е проява на *повищена тревожност и потребност от психологическа безопасност*; с наука се захващат хора със съответната склонност и научните им занимания служат до голяма степен за придобиване на такава безопасност.

Тази гледна точка беше развивана от един от основателите на хуманистичната психология А. Маслоу. Той характеризира науката не само като форма на самоартикуляция на творческата личност, но и като проява на невроза, подчертавайки, че за занимаващите се с наука тя служи като средство за бягство от реалния живот, за придобиване на психологическо убежище, от което светът изглежда предсказуем, контролирам и безопасен. Впрочем Маслоу признава, че не всички учени са такива. Едни по силата на своята личностна особеност се стремят към покой и безопасност, чувствайки се добре в „нормалната“ (по терминологията на Т. Кун) наука, докато други, склонни към рискове и потребност от самоизявява, напротив – предпочитат да участват в „научни революции“ и скучаят в условията на нормалната наука. Но както

показват емпиричните изследвания, първата група е значително по-многобрана, тя смята психологическата безопасност за най-важната характеристика на своята професия и явно избягва ситуации, свързани с повишен риск, в частност – политическата активност. Наблюдава се и доста любопитна връзка между конкретния характер на научната дейност и проявата на невротичност сред учените. Например физиците теоретици се справят много по-успешно със своята невротичност отколкото физиците експериментатори, а разликата между биолозите и физиците напомня различието между натрапчивата абцесия и истерията.

Понякога връзката между науката и неврозата се наблюдава не само на личностно ниво, при което тя се проявява в това, че невротичните хора често избират кариерата на учения, но и на обществено ниво. В този случай науката се интерпретира като *глобална* реакция на обществото на масовата невроза, защото науката позволява да се обясни и подреди света и по такъв начин да редуцира масовото беспокойство, породено от чувството за неговата неуправляемост и неопределеност. Без да вземаме определено отношение към тази идея, понеже за това няма достатъчно емпирични основания, заслужава да се подчертва, че, както показват психологическите изследвания, свойствената на човека необходимост от определеност и подреденост на обкръжаващия свят понякога има доста парадоксални прояви. Науката е едно от основните средства за подреждане на света – посредством неговото обяснение и свеждане на безкрайното многообразие на индивидуални явления към ограничен ред от общи закономерности, и като такава науката действително може да служи като средство за „терапия“ на масовата невроза, породена от неопределеността. И тя може напълно определено да се разглежда като средство за „рационализация на целия обществен живот – да компенсира нарастващата „ирационалност“ на човешката психика и да сублимира масовата невроза“, както казва М. Вебер.

### Новият тип личност

Впрочем психологическите функции на науката се свеждат не само до „ успокояване“ на невротичните личности и обществото. Както вече беше отбелязано, една от тези функции е предоставянето на възможност за *самоактуализация и самореализация* на личности, имащи съответната потребност. Например Дж. Мак-Келанд вижда в психологическата основа на кариерата на учения в съвременната наука *мотивация за постижение* – потребност от постигане на успех, да се направи нещо значимо и т. н., които той направо свързва с моралните ценности на протестантството.

За установяването на такава връзка има ясни и достатъчни основания. Разбира се, амбициозни хора са се срещали във всички времена, обаче именно протестантската етика формира съответния *масов тип* личности, пре-

връщайки стремежа към успех в морален императив. Потребността от постижения, култът към личния успех са главните социално-психологически атрибути на западното общество, обусловени от протестантската етика. И напълно симптоматично е, че Дж. Мак-Келанд не само постоянно се позавава на Макс Вебер, изразявайки неговите идеи с езика на психологическите категории, но се опира и на емпирични данни – например, че физиците експериментатори в западните страни почти винаги имат протестантски корени, даже когато самите те не са религиозни. Но като главно потвърждение на идеите си Мак-Келанд разглежда социологичния факт: науката се развива предимно в онези страни, за чиято култура са характерни култът към личен успех и високата мотивация за постижения.

Впрочем този аргумент не е безспорен, защото понятието „мотивация за постижение“, въведено от Дж. Аткинсон, предполага мотивация за *индивидуално* постижение, докато впечатляващите успехи в науката в такива страни като СССР или Китай се основаваха на мотивацията не толкова на индивидуалното постижение, колкото на *колективното* („труд за благото на Родината, в името на общото благо“), така характерно за тоталитарните общества. Категоричността на Мак-Келанд може да бъде критикувана и поради това, че мотивацията за постижение съвсем не е единствената психологическа предпоставка за научна кариера. Но нейната важност не подлежи на съмнение. И, както показват емпиричните изследвания, на учените е свойствено по-високо ниво на мотивация за постижение в сравнение с другите професии. При това съществува корелация между нивото на тази мотивация и професионалния успех на учения: колкото мотивацията за постижение е по-висока, толкова по-голям учен е той, което впрочем е тривиално; но така или иначе високата мотивация е задължително условие за успешна дейност. Всъщност силната амбициозност на голяма част от знаменитите личности в науката, която представлява пряка проява на мотивацията за постижение, е достатъчно добре известна.

Необходимостта от такава мотивация за успех в тази област навежда на мисълта, че науката на съвременността е могла да възникне едва тогава, когато в обществото е „узрял“ съответният *тип личност*, характеризиращ се с ред психологични особености, основната от които е *потребността* от занимания с наука. Това твърдение може да бъде подкрепено от различни страни, а не да бъде изведен от идеите на М. Вебер и Мак-Келанд. Така според психоаналитичната логика научната дейност както и всяко творческо поведение представлява *сублимация* на дълбоки негативни преживявания, обикновено обусловени от травмиращи събития през ранното детство. Може да се предположи, че личността, изпитваща потребност от такава сублимация, а значи и от занимание с наука, е съществувала не винаги, а е започнala да се появява в значителна степен едва тогава, когато човечеството е достигнало

достатъчно фина психологическа организация и е добило *способността да преживява*. Неандерталецът едва ли е имал сериозни психологически проблеми и е успявал да ги *преживее*; а пък и при средновековния рицар те са били от друг характер и сведени до минимум. Съществува множество разнобразни свидетелства – замяната на физическите наказания с нравствени, появата на литературните произведения, описващи психологическите страдания и т. н., които показват, че „преживяващият човек“ се е формирал примерно по същото време, когато започва да се изгражда науката на Новото време. В резултат, макар и с голяма предпазливост, свързването на появата на тази наука с *усложненията в психологическата организация* на човечеството и историческото формиране на този тип личности, които са склонни към психологически преживявания и тяхната сублимация, е напълно допустимо.

Но даже да не се придържаме към психоаналитичната логика, то през XVII–XVIII век в обществото могат да се забележат немалко предпоставки за формиране на психологическия тип, склонен към занимания с наука. Емпирични изследвания показват, че за големите учени като правило е свойствена *културната маргиналност, двуезичие* и пр. Древните общества са били доста едногамни – главно условие за смесване на различни култури, а културната маргиналност и двуезичието на конкретните личности са резултат от географските открития, масовата миграция и т. н., предшестващи (и съпътстващи) формирането на науката на Новото време.

По такъв начин връзката между събитията, подготвили появата на науката на Новото време, се проявява достатъчно ясно. Протестантството формира *новия тип личности*, притежаващ своите когнитивни (атомизъм, механицизъм, рационализъм, прагматизъм и др.), поведенчески (ново отношение към труда, търпимост, мотивация и т. н.) и емоционално-мотивационни особености (самоизява, маргиналност, достигане на успех и пр.), представляващи психологическата основа на науката на Новото време. Т. е. връзката между измененията в обществото, обусловена от протестантството, и появата на новата наука е предшествана от *психологическите изменения на личността*.

На фона на казаното не е учудващо, че науката на Новото време възниква именно на Запад и представлява израз на западната култура и съответстваща и психология. Така че изказването на М. Вебер, че „само на Запад съществува наука на онзи стадий на развитие, чиято значимост ние признаваме днес“, едва ли може да се възприема само като проява на западен шовинизъм. Трудно е да не се съгласим с Вебер, че „независимо от впечатляващите постижения на т. нар. „източна“ наука в отделни области на знанието основните атрибути на западната наука не са ѝ свойствени. Например естествените науки на Индия, извънредно развити от гледна точка на емпирични-

те знания, не познават нито рационалния експеримент, нито лаборатории... Нито една култура, освен западната, не знае за рационалната химия... В нито едно учение за държавата, възникнало в азиатските страни, няма нито систематика, подобна на Аристотеловата, нито едно рационално понятие въобще.“

Подобна категоричност се проявява и в изказванията на самите западни мислители, които обикновено признават, че съвременната наука представлява органична рожба на западната култура, изцяло пропита от западна идеология, и затова нейното възпроизводство на Изток е крайно затруднено поради културните традиции и особености на източния манталитет. Това, разбира се, не означава неспособност на източния ум за научно познание, но е равнозначно на признанието, че там, на Изток, е могла да възникне само наука от друг тип, силно отличаваща се от западната. Затова при съпоставянето на западната и източната култура винаги се наблюдава отражение както на техните особености в съдържанието на научните идеи и понятия, в тяхното знаково-символично оформление, така и в особеностите на поведението на самите учени.

Протестантската етика, въпреки че е породила науката непредумишлено, се оказва извънредно загрижен родител. Изследванията показват, че и до днес голяма част знаменити учени произхождат от протестантски семейства, че тази среда и до днес изгражда плодотворна среда за науката. Историческите традиции продължават: в последните четири столетия частта на протестантите сред големите учени и известните университетски преподаватели съществено превишава представителите на другите религиозни общности – даже в страни, където протестантите са незначително малцинство от населението.

Роденото от протестантството високоинтелектно дете отдавна е пораснало и съблякло детските дрешки. Много от постановките, породени от протестантската етика и заложени в основите на науката на Новото време – атомизъм, механицизъм, радикален емпиризъм, строг рационализъм, „завоюване на природата“ и т. н., днес – в постнекласическата наука – изглеждат много архаично. Тяхното място заемат принципите на холизма, енвайронметализма, интуитивизма, историзма и пр. Обаче влиянието на протестантството трябва да се възприема също в съответствие с принципите на историзма – като явление, изиграло важна историческа роля при полагане на основите на съвременната наука.

„Психологические основания науки нового времени“,  
История естествознания и техники, № 2, 1998.

Превод (с незначителни съкращения): Н. Ахабабян

# **СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ**

## **УПРАВИТЕЛЕН СЪВЕТ ИЗБРАН НА V КОНГРЕС, ПРОВЕДЕН НА 4.12.2004 Г.**

<b>ИМЕ, ПРЕЗИМЕ, ФАМИЛИЯ</b>	<b>СЛ. ТЕЛ.</b>	<b>ДОМ. ТЕЛ.</b>	<b>E-MAIL</b>
<b>ПРЕДСЕДАТЕЛ</b>			
проф. д-н Матей Драгомиров Матеев	86 22 938 81 61 478	952 67 55	mateev@phys.uni-sofia.bg
<b>ЗАМ.-ПРЕДСЕДАТЕЛИ</b>			
доц. д-р Атанаска Спасова Андреева	81 61 847	845 05 98	andreeva@phys.uni-sofia.bg
проф. д-н Николай Стойчев Тончев	71 44 276	865 91 04	tonchev@issp.bas.bg
доц. д-р Илия Асенов Илиев	054/830495/ 261, 223	054/6 94 69	iliev@shu-bg.net
<b>ИЗПЪЛНИТЕЛЕН СЕКРЕТАР</b>			
доц.д-р Цвятко Кръстев Попов	81 61 738 622 446	44 99 82 0888339121	tpropov@phys.uni-sofia.bg
<b>ЧЛЕНОВЕ</b>			
1. н. с. Анна Стоянова Братоева	97 53 988/454	983 58 52	ani.tzenkova@meteo.bg
2. Веселина Любенова Салтиел	81 61 826	74 32 28	ssv@phys.uni-sofia.bg
3. доц. д-р Валери Костадинов Голов	866 23 24	831 42 69	valgol@phys.uni-sofia.bg
4. Ганка Стоева Камишева	71 44 764	978-28-97 0899750590	gkamish@issp.bas.bg
5. н.с. д-р Димитър Георгиев Славов	71 44 572	75 93 60	slavov_d_g@yahoo.com
6. проф. д-н Димитър Василев Стоянов	71 44 458	68 27 69 0887587161	dvstoyan@ie.bas.bg
7. ст.н.с. д-р Динко Христов Динев	71 44 473	947 72 99	dinnet@inrne.bas.bg
8. доц. д-р Георги Атанасов Мекишев	/032/ 261 256 62 02 52	/032/ 43 56 63	mekishev@pu.acad.bg
9. ст.н.с. II ст. Екатерина Христова Христова	71-44-461	865 91 04	echristo@inrne.bas.bg
10. ст.н.с. II ст. Кирил Борисов Благоев	71 44 646 974 60 51 0898 416 565	62 63 52	Kblagoev@issp.bas.bg
11. проф. д-н Людмил Петров Вацкевич	68 73 29	873 32 11	lyuvats@phys.uni-sofia.bg
12. Маргарита Йосифова Димитрова	052/68 74 82 052/354 567 052/354 838	0887990853	iomonvn@vizicomp.com

## **C ъюзен живот**

13. Марин Богданов Ботев	086/82 39 63	086 2 33 19 0888 358 197	Marin_botev@abv.bg
14. ст.н.с. Михаил Константинов Бушев	71 44 284	865 31 87	mira@obzor.bio21.bas.bg
15. Милка Илиева Джиджова	934 66 19	834 05 02	m_d_eko@abv.bg
16. Росица Георгиева Конова	0675/3 33 06	0675/79 80 0886436657	rositza_konova@yahoo.com
17. Ружа Маринова Симеонова	062/26 26 314 26 26 358/секр.	062/3 46 47	rio_vt@vt.techno-link.com
18. доц.д-р Серафим Михайлов Николов	965 30 80	986 07 98 0889 231 357	snikolov@tu-sofia.acad.bg
19. Севдалина Кръстева Иванова	92 17 581	870 22 02 0898356668	S.Ivanova@minedu.government.bg
20. проф. дпн Христо Димитров Попов	62 56 657	973 45 20	cropop@phys.uni-sofia.bg

## **ЦЕНТРАЛНА КОНТРОЛНА КОМИСИЯ**

### **ПРЕДСЕДАТЕЛ**

Проф. дфн ИВАН ЙОТОВ ЛАЛОВ            8161 462            868 00 17            upb@phys.uni-sofia.bg

### **СЕКРЕТАР**

ПЕНКА ГАНЧЕВА ЛАЗАРОВА            943 30 22            943 55 61            lazarova@usb-bg.org

### **ЧЛЕНОВЕ**

доц. д-р ВЕНЦЕСЛАВ СТОЯНОВ            852 63 42  
ТОДОРОВ            0889 052 955            Ventseslav.t@abv.bg

ДИМО ТОДОРОВ ГЪРЛАНОВ            979 09 54

РОБЕРТ КУРТ ПОПИЦ            62 96 35

### **Технически секретар**

СНЕЖАНА ЙОРДАНОВА            8161684            627660            upb@phys.uni-sofia.bg

НЕВЕНКА ВЕСЕЛИНОВА            8161684            778432            upb@phys.uni-sofia.bg

## **ПОЧЕТНИ ЧЛЕНОВЕ НА СФБ, ИЗБРАНИ НА КОНГРЕСА – 4.12.2004 г.**

1. проф. дфн ИВАН ЙОТОВ ЛАЛОВ
2. проф. дфн АНГЕЛ САШЕВ ПОПОВ
3. проф. дфн НИКОЛАЙ КОНСТАНТИНОВ МАРТИНОВ
4. доц. д-р ВЕНЦЕСЛАВ СТОЯНОВ ТОДОРОВ
5. АНКА БОРИСОВА РАЙЧЕВА
6. ХРИСТО КОЛЕВ ХРИСТОВ
7. МАРГАРИТА ХРИСТОВА

# ОБРАЗНА „ДИАГНОСТИКА“ НА УЧЕБНИЯ ФИЗИЧЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

Майя Вацкевичева

## Въведение

Чрез учебния физичен експеримент обучаемите (ученици или студенти) получават възможност да приложат на практика получените теоретични знания, като проверяват опитно различни физични закономерности. Резултатите от опитната проверка се представят във вид на таблици с измерваните физични величини и извършените пресмятания с тях. По табличните резултати се построяват графики, които показват нагледно характера на физичните зависимости. От вида на графиките може да се направи извод доколко направените експериментални измервания потвърждават очакваната (според теорията) физична зависимост, има ли грешки при измерванията и на какво се дължат те – дали на субективния фактор при отчитането на измерваните величини и нанасянето им върху графиката или на точността на измервателните уреди. Графичното изображение позволява да се направи своеобразна „диагностика“ на физичния експеримент – дали той е изпълнен коректно и получените зависимости на теоретично очакваните, като се обяснят причините за евентуалните грешки и отклонения от очакването.

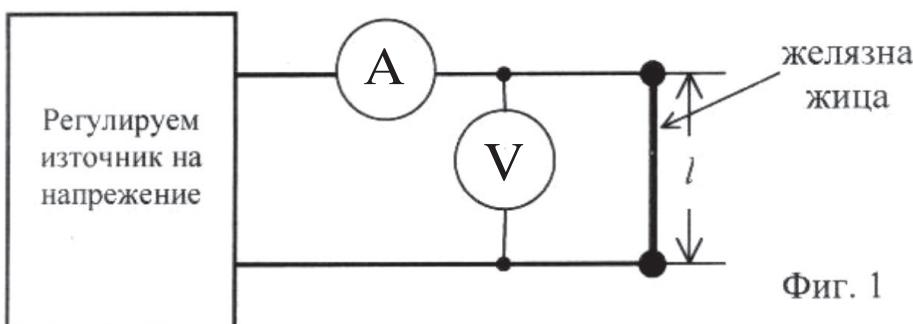
## Анализ на етапите на учебния физичен експеримент

Учебният физичен експеримент започва с формулировка на целите, които се постигат чрез реализацията на една или повече експериментални задачи. Такава цел може да бъде опитната проверка на определена физична зависимост. За всяка задача обучаемият разполага с комплект физични уреди, които трябва да използва по определен начин. От комплекта той трябва да избере уредите, с които ще бъдат измервани физичните величини, свързани с дадена задача. Уредите се използват самостоятелно или свързани в обща схема. Пристъпвайки към опита, обикновено обучаемият трябва да изменя една от физичните величини (като независима променлива) и да отчита как се изменят останалите (някои от тях може да бъдат предварително фиксираны като параметри при конкретното измерване). Показанията на уредите, отчетени в съответните мерни единици, се нанасят в таблица. Данните от таблицата се пренасят като точки върху графика – най-често в двумерна координатна система и в подходящ мащаб, по оста ОХ на която се нанася независимата променлива, а по ОY – зависимата от нея физична величина. Точките от графиката трябва да бъдат съединени с ли-

ния – но не начупена, а гладка права (или крива), която минава възможно най-близко до тях. (Съществуват компютърни програми, в които данните от експеримента могат да се обработят таблично и графично, като през точките от графиката се прекара така нар. Best fit line, т.е. най-добре пасваща до тях линия). Получената графика представя образно резултата от физичния експеримент и дава възможност да се диагностицира неговата коректност, т.е. дали резултатът отговаря на очакваната според теорията физична зависимост. Особеностите на графиката пък изисква допълнителни физични обяснения за причините, които са ги породили, а именно: въздействието на допълнителни физични фактори върху експерименталния резултат, наличието на субективни грешки при измерването или на грешки, дължащи се на точността на самите измервателни уреди и т.н. Графичният образ на изследваната физична зависимост въздейства върху образната памет на обучаемия и се свързва с формулата, изразяваша зависимостта (физичен закон или друга закономерност) между изследваните физични величини. Така логично обвързаната зависимост между физичните величини се затвърдява в паметта с нейния графичен образ и формира конкретното физично познание.

### Образна „диагностика“ на учебния физичен експеримент

Описаните по-горе етапи на учебния физичен експеримент ще илюстрираме с конкретен пример. Нека темата на експеримента е „Закон на Ом“ и първата задача от него изисква опитната проверка на закона. За реализацията на експеримента обучаемият има на разположение измервателни уреди с подходящи обхвати (вольтметър и амперметър), регулируем източник на постоянно напрежение, стойка с проводник от желязна жица, термометър, рулетка и шублер. Учебният физичен експеримент е от физичния раздел „Постоянен ток“. Източникът на напрежение, волтметърът, амперметърът и желязната жица трябва да се свържат в подходяща схема (фиг. 1)

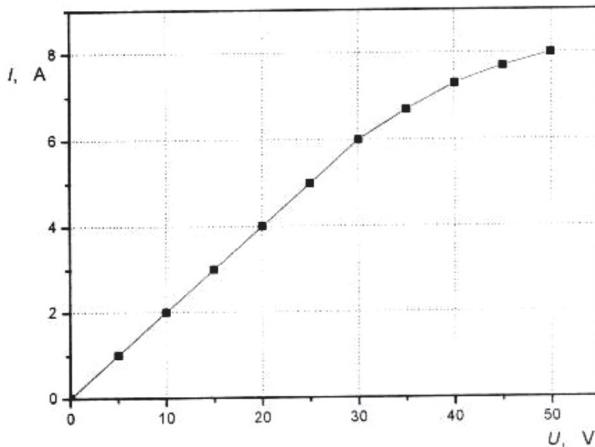


Как протича експериментът? Предварително с рулетката се измерва дължината на желязната жица I, а с шублера – нейният диаметър  $d$ . От учебника или справочника се вземат данни за специфичното съпротивление на желязото (материала, от който е направена жицата) –  $\rho = 0,098 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  при температура  $20^\circ\text{C}$ . Поставя се термометърът в близост до железния проводник – така температурата, при която се извършва измерването, ще бъде параметър при учебния експеримент. Пристъпва се към измерването, като с регулируемия източник се мени напрежението между двета края на жицата и токът през нея, отчитани съответно по показанията на волтметъра и амперметъра. Отчетените (примерни) стойности в съответните единици се насят в първите две колони на таблица 1. В третата колона се нанася отношението между напрежението и големината на тока, което според закона на Ом определя съпротивлението на желязната жица (съпротивлението на съединителните проводници се пренебрегва).

От таблицата може да се построи графично зависимостта на тока  $I$  през проводника от приложеното напрежение  $U$ , което в случая е независима променлива. За целта се избира двумерна координатна система, като в подходящ машаб по оста  $OX$  се нанася измереното напрежение  $U$ , а по оста  $OY$  – големината на тока. Съединяват се точките в графиката с линия, която в участъка при напрежения до  $30\text{ V}$  е права, минаваща през самите точки, а от  $30$  до  $50\text{ V}$  – крива от типа best fit line. Получен е графичният образ на резултата от проведенния учебен експеримент (фиг. 2). Как трябва да бъде разтълкуван той?

Таблица 1

$U, \text{V}$	$I, \text{A}$	$R, \Omega$
0	0	0
5	1	5
10	2	5
15	3	5
20	4	5
25	5	5
30	6	5
35	6,7	5,22
40	7,3	5,47
45	7,7	5,84
50	8	6,25



Фиг. 2

## Анализ на графичния образ на резултата от експеримента

Първият въпрос, на който обучаемият трябва да си отговори, е: *съответства ли графичният образ на очаквания според теорията резултат от експеримента?* Съгласно закона на Ом отношението между напрежението  $U$  и тока  $I$  е постоянна величина, равна на съпротивлението  $R$  (в случая) на желязната жица:

$$\frac{U}{I} = R = \text{const.} \quad (1)$$

Линейната зависимост между  $I$  и  $U$  в началния участък на графиката показва, че при токове с големина до 6 А съпротивлението  $R$ , чиито стойности се пресмятат от израза (1), е постоянно, т.е. експерименталната проверка потвърждава закона на Ом. *Защо обаче правата линия на зависимостта се закривява в края на графиката?* От таблицата се вижда, че за равни изменения на напрежението токът нараства нелинейно – с по-ниски стойности, което се отразява върху графиката. Тогава от (1) следва, че отношението между  $U$  и  $I$  не е постоянно, а нарастваща величина, т.е. съпротивлението на жицата  $R$  нараства. Ако обучаемият повтори веднага измерването отначало (с презумпцията, че последните стойности в таблицата са отчетени погрешно), нелинейното разпределение на експерименталните точки ще се засили. Очевидно не се касае за погрешно отчитане и трябва да се търси физично обяснение за нелинейността. Поглед върху показанията на термометъра, поставен в непосредствена близост до желязната жица, ще установи, че температурата на въздуха в близост до жицата се е повишила и ако обучаемият докосне, ще установи, че тя е нагрята. Съпротивлението на проводниците

обаче е постоянно само при постоянна температура, а при загряването им зависи от температурната разлика  $Dt$ :

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta t), \quad (2)$$

където  $\alpha$  е температурният коефициент на съпротивлението (взема се от справочна таблица),  $R_0$  е съпротивлението при никаква базисна температура  $t_0$  (например  $20^\circ\text{C}$ ),  $R$  е съпротивлението при температура  $t$ , а  $\Delta t = t - t_0$  е разликата между температури. Показанията на термометъра в близост до жицата свидетелстват, че параметърът температура, при който се извършва измерването, не е постоянен. При загряването на желязната жица нейното съпротивление е нараснало съгласно израза (2). *Дали резултатът от опита би бил същият ако вместо желязна жица се използва проводник от сплавта константан?* В таблицата със стойности за температурния коефициент на мираме, че в температурния интервал от 0 до  $100^\circ\text{C}$  за константан  $\alpha = 1.1^{-5} \text{ deg}^{-1}$ , докато за желязото е  $620 \cdot 10^{-5} \text{ deg}^{-1}$ , т.е. изменението на съпротивлението за железните проводници от температурата е 620 пъти по-голямо от това за проводниците от константан. Константанът има и високо специфично съпротивление  $\rho = 0.44 - 0.52 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  и заради температурната му стабилност (до  $500^\circ\text{C}$ ) се използва за направата на еталонни (независещи от температурата) жични съпротивления.

### Възстановителен анализ на експерименталния резултат

От казаното по-горе се вижда, че особеностите в графичното представяне на експерименталния резултат дават възможност да се анализира учебният експеримент в „обратен“ ред – от резултата към началната постановка на експеримента. Ако обучаемият би могъл да избира кой метален проводник (примерно – от желязо, мед, константан, реотан или др.) да използва за опитната проверка на закона на Ом, след справка в справочните таблици той би трябвало да се спре на проводник с малък температурен коефициент на съпротивлението (примерно – константан или реотан), тъй като тогава почти няма да се наблюдават отклонения от линийния характер на закона. Графиката (фиг. 2) показва, че при напрежения под  $30 \text{ V}$  нагряването дори на желязния проводник е незначително и  $R = \text{const}$ , така че опитът следва да се проведе при стойности на подаденото напрежение примерно до  $25 \text{ V}$ . Отчитането на показанията на уредите да става незабавно при всяко подадено напрежение и стойности на тока над  $3 \text{ A}$ , тъй като загряването на проводника зависи и от времето, през което токът пропича през него.

Графиката на получената зависимост  $I$  ( $U$ ) позволява да се пресметне съпротивлението  $R$  на желязния проводник от израза (1) за линийния участък:  $R = 5 \Omega$ . (Пресметнатите стойности са нанесени в третата колона на

таблицата). Тъй като преди започването на опита с помощта на рулетката и шублера са измерени дължината на проводника I и неговият диаметър  $d$  (от който е определено сечението на проводника  $S = \pi d^2 / 4$ ), от тези стойности и справочните данни за специфичното съпротивление  $\rho$  може да се определи съпротивлението  $R_0$

$$R_0 = \rho \frac{1}{S} \quad (3)$$

при началната температура  $t_0$  ( $\sim 20^\circ\text{C}$ ). Пресметнатата стойност е съпротивлението на ненагрятата желязна жица и трябва да бъде  $\approx 5\Omega$ . Разликата между пресметната стойност и определената от графиката ще зависи от точността на измерването с рулетката и шублера, тъй като измерванията с волтметъра са направени вероятно с по-малка грешка. След загряване на жицата, тя провисва, т.е. дължината  $I$  нараства, което изменение трудно може да се измери. Неточно ще бъде и отчитането на температурата на жицата, тъй като термометърът измерва температурата не на самата жица, а на въздуха около нея. Ето защо пресмятането на  $R$  от израза (2) и сравняването му със стойности от закривения участък на графиката губи смисъла си.

### Заключение

Разгледаният пример на учебен експеримент и „диагностиката“ му на базата на графичния му образ са сравнително прости по физичната си същност. Те може да бъдат използвани както в кабинетите по физика в средното училище, така и при демонстрационни опити или експериментални задачи в университетските лаборатории по обща физика. Анализът на графично представения резултат от учебния експеримент значително подпомага осъществяването на познавателните цели на експеримента. Въпросите, на които обучаемият трябва да си отговори при анализа, му позволяват да вникне в същността на експеримента, да потърси обяснение на особеностите в графичната картина на резултата, да открие източниците на евентуални грешки и да се опита да ги избегне при повторение на експеримента. Така обучаемият ще направи първите стъпки, характерни за научното физично изследване, в което „образната диагностика“ на опитните резултати играе съществена роля. За обучаемия възстановителният анализ [2] чрез образната диагностика ще положи основата на полезен навик, който би намерил приложение в работата му на бъдещ изследовател не само в областта на физиката.

### Литература

1. Вацкичева М., Л. Вацкичев и Р. Чакалов. Год на СУ – Физически факултет, 95, 2002, 5.
2. Вацкичева М. и Л. Вацкичев. Год. Соф. Унив. Физика, 97, 2004 (приета за печат).

# **КОЙ НАСЛЕДИ КАБИНЕТА НА АЙНЩАЙН?**

## **Ексцентричност и гениалност в Института за авангардни изследвания**

**Ед Риджис**

### **Глава 2**

#### **Папата на физиката**

„Вие пишете книга за Института ... така че вероятно можете да ми кажете...“, казва Роб Тъбс. Тъбс е един от временните сътрудници в Института, млад математик, който специализира в областта на теорията на трансцендентните числа. Ние излизаме от кабинета му след интервю и той заключва вратата.

„Мнозина от нас са чували слуховете как *те* са оставили кабинета на Айнщайн точно в такова състояние, в каквото е бил в деня на неговата смърт, че не са пипнали нищо. Така че, хм, ... така ли е било в действителност?“

Е, добре, защо да не се зададе този въпрос? Това е нещото, което всеки приема за дадено, когато за пръв път идва в Института. Това е мястото, където е бил Айнщайн – в продължение на повече от 20 години... *Айнщайн*, най-великият живял никога учен... *Айнщайн*, единственият учен, чието име абсолютно всеки може да каже, без да се замисли. Защо да не бъде запазен кабинетът му? ... както правят дори с неговия мозък, който е съхранен в буркан с формалдехид в кабинета на Томас Харви, доктор по медицина от Уестън, Мисури. Положително е трябвало да затворят кабинета на Айнщайн, евентуално да го запечатат завинаги, подобно на капсула на времето, в противен случай би било ... профанация, оскверняване, кощунство. Кой би могъл да работи там? Кой би могъл да се чувства удобно в обувките му? Кой би могъл да влиза в кабинета му, ден след ден, година след година, знаейки, че това е мястото, *където Айнщайн е правил онова, което е правил*?“

„Къде е впрочем кабинетът му?“, пита Роб Тъбс.

Алберт Айнщайн става световноизвестна култова личност много преди да пристигне в Института за авангардни изследвания. Когато през 1919 г. астрономите потвърждават неговото предвиждане, че светлинните лъчи изкривят траекторията си под действието на слънчевото притегляне, хората изпадат в транс. На Айнщайн кръщават деца и пури. Двама германски професори правят „филм за относителността“ и го показват от двете страни на океана. Пресата извисява теориите на Айнщайн в ранг на най-великите пости-

жения в историята на човешката мисъл, а самия Айнщайн обявява за най-великия живял някога човек.

В края на краишата той е предвестникът на новия ред. Светлината има тегло, пространството е изкривено, Вселената има четири измерения. На хората това се нрави. Те, разбира се, не знаят какво означава всяко едно от тези неща, но това няма значение. Айнщайн знае. Той е човекът, който е открил всичко това, той го разбира. Айнщайн е станал техният герой, новият месия, Първият Знаещ, Върховният Вожд на Необятната Физическа Вселена.

Айнщайн е тачен като господ, но самият той е самата скромност и добрина и никога не успява да разбере защо хората вдигат толкова шум. Във всеки случай се отнася с другите демократично, като с равни: „Аз говоря с всички по един и същи начин“, казва той, „независимо дали даденият човек е клошар или Президент на университет“. Разбира се, ако сте последователен, можете да се сблъскате с ... известни изключения, както например със случая, в който той изпраща статия във *Physical Review*, а издателят дръзва да я даде за редактиране. *Е добре!* Бедният редактор просто върши своята работа, изпращайки статията на Айнщайн – това, което прави с всяка друга, – на външни редактори за оценка. Но това не е приемливо за Алберт Айнщайн, който никога вече не изпраща своя статия на *tova* списание. Но какво доказва това? Само че най-големият физик, който светът някога е познавал, е, в края на краишата, *такъв, какъвто е*. Ако има нещо, което обединява повечето от тъй наречените Институтски примадони в науката, това е едно здравословно и добре развито *его*.

В света на обикновените хора Айнщайн може и да е скромният гений, който никога не слага чорапи (добре, че поне е носел обувки), но там горе, в Платоновите висини, нещата отново са малко по-различни. Този човек притежава абсолютно и невероятно високомерие. Той смята, че може да разговаря замисъла на цялата Вселена – на всичкото, от най-голямата галактика до най-малкия кварк. Той смята, че е способен да разбере всички тези неща, че



може да открие една всеобхватна система от принципи, която да обясни всичко, една обединена теория на полето. А как би могъл да го направи, ако не по пътя на теоретизирането в най-добрите традиции на Платоновите висини. По времето, когато циклотрончиците блъскат един в друг своите атоми за чест и слава, когато астрономите фокусират гигантските си телескопи на милиарди мразовити светлинни години, Айнщайн се затваря в една стая, спуска завесите и, както обича да казва, „ще помисля малко“. Надрасква няколко формули, нахвърля няколко мисли и, о чудо, скоро всичко се изяснява. Само с мислене ... без машини и инструменти.

Веднъж някой попитал великия физик къде е лабораторията му. Айнщайн се засмял, извадил писалката от вътрешния си джоб и казал: „Ето я тук“.

През есента на 1932 г. Ейбрахам Флекснър е в Калифорния, където търси редовни сътрудници за новия Институт. Професор от Калтех на име Морган предлага на Флекснър да позвъни на Айнщайн, който по това време е там. На Айнщайн идеята за Института се харесва още от самото начало. В Германия, където е професор в Берлинския университет, нещата се развиват все по-зле. През 1920 г. се появява анти-Айнщайнов клуб. Нарича се „Изследователска група на германските натурфилософи“. Членовете на клуба предлагат пари на всеки, който каже нещо против „Еврейската физика“, особено против цялата тази работа с „относителността“. На 24 август 1920 г. „Търговско дружество Теория на антиотносителността, Ltd.“, както го нарича Айнщайн, финансира среща в залата на Берлинската филхармония, на която Айнщайн присъства. Много се смял, толкова абсурдни били атаките им.

Но тези арийски физици действат напълно сериозно и Айнщайн е принуден да търпи в продължение на десет години вниманието, което му оказват. През 1931 г., когато „Търговското дружество антиотносителност“ публикува книга със заглавието *100 автори против Айнщайн*, той вече е решил да напусне Германия завинаги, така че слуша съвсем внимателно Ейбрахам Флекснър, докато те двамата крачат напред-назад из коридорите на Калтех, обсъждайки новия изследователски център, който ще бъде построен в Принстън. Айнщайн пожелава да види отново Флекснър и те решават да се срещнат по време на пролетния семестър през 1932 г., когато и двамата ще бъдат в Оксфорд, Англия.

Прекрасна съботна сутрин през май. Небето е ясно, птиците чуруликат, а Флекснър и Айнщайн бавно крачат по моравата на Христовата катедрала, като двама истински знатни Оксфордски персони, когато Флекснър решава да постави въпроса ребром: „Професор Айнщайн, не бих могъл да дръзна да Ви предложа пост в този нов Институт, но при положение, че след като раз-

мислите, решите, че той може да Ви предостави възможностите, които Вие цените, Вие ще сте добре дошъл при условията, които сам поставите.“

Айнщайн е изкушен, но същевременно не е склонен да приеме незабавно каквото и да било. Всевъзможни университети, включително тези в Йерусалим, Мадрид, Париж, Лайден и Оксфорд, го засипват с предложения за всяка-какъв вид професорски позиции, изследователски постове, почетни длъжности – всичко, което поиска, а на практика, само за да удостои техните кампуси със своето присъствие. Той вече е отклонил едно предложение от Принстън, през 1927 г., но сега ситуацията е друга. Може би е време да отиде в Америка.

„Ще бъдете ли в Германия през това лято?“, пита Айнщайн.

Месец по-късно Ейбрахам Флекснър е в Капут, Германия, крачайки под студения ситет дъжд към провинциалната къща на Айнщайн. Пристига там в три след обед и остава до 11 вечерта. Този път получава своя отговор: *Ich bin Feuer und Flamme dafur* („Страшно съм запален по тази идея“), казва Айнщайн. Денят е 4 юни 1932 г. и Алберт Айнщайн е първият редовен сътрудник на Института. Внезапно мечтите на Флекснър за Института придобиват изцяло ново значение и мащаб. Сякаш самият Господ ще се настани при Флекснър в Принстън.

Естествено има още няколко неща, които трябва да се уточнят: заплата на Айнщайн, както и въпросът с неговия сътрудник Валтер Майер. Айнщайн иска 3000 долара годишно. „Бих ли могъл да живея с по-малко?“, пита той Флекснър. „Не бихте могли да живеете с толкова“, отговаря Флекснър.

Флекснър определя заплатата на Айнщайн на 10 000 \$, което физикът приема, но назначаването на Валтер Майер е друга работа. Обикновено Айнщайн избягва сътрудничествата – „Аз съм кон за единичен впряг“, обича да казва той – но на практика има няколко съвместни публикации с Майер, австрийски математик, и двамата имат някои идеи как да се справят с една обединена теория на полето. Освен това Айнщайн смята, че е полезно да има до себе си асистент, на когото може да повери по-рутинните изчисления, докато сам върши по-абстрактната и съзидателна теоретична работа. Поради всички тези причини, той смята Майер за крайно необходим.

Флекснър се съгласява да вземе Майер в Института, но не и да го назначи персонално: той ще бъде само асистентът на Айнщайн. В края на краищата Майер не е напълно подходящ човек за Института. Написал е книга по Нееевклидова геометрия, но това е единствената му заявка за слава и със сигурност авторитетът на Института с нищо няма да се повиши, ако той стане професор в него, колкото и да е полезен за Айнщайн. Но Айнщайн е настоящ телен и през пролетта на 1933 г. пише на Флекснър, че всичките им уговорки отпадат, ако Институтът не назначи Майер: „Аз наистина много ще съжалявам, ако бъда лишен от неговото ценно сътрудничество. Отсъствието му от

Института вероятно ще породи известни затруднения дори за собствената ми работа“. Така че Флекснър назначава Валтер Майер.

На 17 октомври 1933 г. Алберт Айнщайн, жена му Елза, секретарката му Хелен Дюкас и неговият сътрудник/асистент Валтер Майер пътуват за Ню Йорк на борда на лайнера *Westmoreland*. „Това събитие е толкова важно, колкото би било преместването на Ватикана от Рим в Новия Свет“, казва приятелят на Айнщайн Пол Ланжвен. „Папата на физиката се преселва и сега Съединените щати стават центърът на естествените науки.“

Айнщайнови дебаркират на Карантинния остров. Там ги посрещнат попечителите на Института Едгар Бамбергер и Хърбърт Маас, които връчват на професора поздравително писмо от Флекснър. Директорът е уредил групата на Айнщайн да избегне посрещането, включващо клакьори, парад и речи, което кметът на Ню Йорк Джон О'Брайън е подготвил за случая. По това време О'Брайън е в предизборна кампания срещу Фиорело Ла Гуардия и перспективите да спечели гласовете на евреите се мерджелеят пред очите му. Поради това Айнщайн е откаран с малък катер до едно място на брега на Ню Джързи, а след това с кола на юг покрай живописните сметища и петролни рафинерии на северен Ню Джързи до новия му дом в Принстън.

Първите няколко дни Айнщайн прекарва в Пийкок Ин, стар пансион през няколко сгради от университета. След това се премества на площад Либърти № 2, непосредствено срещу същия. Накрая купува бяла, обкована с дъски къща на улица Мърсър № 112, където ще живее до края на живота си. Сградата, построена поне в началото на 19-ти век, е разположена на оживена улица. Това не е най-доброто място за спокойни размишления, но Айнщайн избира една стая отзад на втория етаж с изглед към няколко високи бора и големи дъба и я превръща в свой работен кабинет. Вече може да продължи работата си.

По времето, когато Айнщайн се настанява в Принстън, теорията на относителността е вече на 30 години, една почти древна теория. Той е публикувал специалната си теория през 1905 г., а общата през 1915 г. и е приключил с тях. Но през всичкото това време си има един проблем, който не го оставя на мира в много по-голяма степен от относителността. Това е квантовият проблем. От началото на века до деня през 1955 г., в който той умира, квантовите задачи не дават мира на Айнщайн. „За мислене върху квантовите проблеми съм употребил сто пъти повече време, отколкото за Общата теория на относителността“, казва той, но всичко това е без полза. В края на живота си Айнщайн е толкова объркан от тези проблеми, колкото и в самото начало, ако не и повече. „Всичките тези 50 години на интелектуално лутане не ме доближиха до отговора на въпроса: Какво представляват светлинните кванди?“, казва Айнщайн. „Днес всеки Том, Дик или Хари смята, че знае това, но се заблуждава.“

Кvantовата теория е една от най-успешните конструкции в историята на физиката. Нейните предвиждания биват потвърждавани отново и отново – но това не прави никакво впечатление на Алберт Айнщайн. „Колкото повече успехи бележи квантовата теория“, казва той през 1912 г., „толкова глупава изглежда тя.“

През годините, които прекарва в Института за авангардни изследвания, квантовата теория е персоналната идея-фикс на Айнщайн. Докато колегите му приемат квантовата механика като да е манна от Платоновите небеса, Айнщайн само скептично клати глава. Всички онези глупости за наблюдателя, който влияе върху реалността, за събития, ставащи случайно, безпричинно – всичко това е направо безсмислено. Айнщайн използва всеки удобен случай да го повтаря, като цитира своите прочути епиграми от типа Бог-едва-ли-би-го-направил: „Бог не си играе на зарове със света“, „Бог може да е изкусен, но не е злонамерен“, и т.н.

През 1935 г. Айнщайн се съюзява с двама от колегите си в Института – Борис Подолски и Натан Розен – и тримата написват статия от 4 страници, в която си поставят за цел да оборят квантовата теория – или поне да предизвикат смут. Статията на Айнщайн-Подолски-Розен, основният аргумент в която става популярен сред физиците като „парадоксът АПР“, има шоково въздействие всред физическата общност. Доводът е озадачаващ. Физиците нямат никаква идея как да му отговорят, освен да кажат, че е погрешен. Айнщайн получава писма, в които се казва, че парадоксът АПР на практика не е парадокс, че всичко почива просто на недоразумение, че явно има грешка. На Айнщайн обаче му е забавно – няма и две писма, в които да се изказва едно и също мнение по въпроса каква по-точно е грешката.

Но АПР епизодът е още по-странен поради факта, че през 1905 г. самият Айнщайн, при това пръв, издига революционната идея, че светлината се състои от кванти, а не от вълни, както всички по онова време смятат. Така че иронията е съвършена – именно човекът, който в младите си години е революционизирал физиката със своята теория на относителността и който лично е предложил квантовата идея за светлината, сега е в активна опозиция на собственото си интелектуално отроче. Той е привлечен в Института за авангардни изследвания като залог за това колко напредничаво е това място, а на практика първото му съществено действие тук като физик е опитът му да опровергае теорията, която би трябвало да представлява полъх от бъдещето. Все едно се опитва да върне физиката назад в мрачното минало и някои физици са доста тъжни. Робърт Опънхаймър посещава Института през 1935 г., годината, в която Айнщайн, Подолски и Розен публикуват парадокса си. „Айнщайн е напълно откачен“, казва по онова време Опи.

Айнщайн се занимава с кванти още от началото на века, от 1900 г., когато Макс Планк като физик в Берлинския университет открива, че нивата на

електромагнитното лъчение са дискретни, а не непрекъснати. Топлината от горящия въглен например, или слънчевата светлина, могат да имат едно енергетично ниво, както и друго, съседно на него, но не и което и да е енергетично ниво между тези две. Сякаш съществува някакво *мъртво пространство* между енергетичните нива, сякаш природата е някак си цифрова, а не аналого-вова. Но защо?

Всичко това изглежда като мистерия. Енергията се разпространява във вид на вълни или поне така смятат всички, а вълните са гладки и непрекъснати по дефиниция, поради което те би трябвало да имат всяка произволно избрана амплитуда или честота. Но резултатът от реалния опит с материята ясно показва, че това не е така: нещо повече, енергията се разпространява във вид на допустими дискретни единици – „кванти на действието“, както ги нарича Планк. Той показва, че тези кванди винаги са цяло число пъти една определена стойност –  $6,55 \cdot 10^{-27}$  erg/s. Тази стойност сега се нарича константа на Планк и се означава с  $h$ . Планк обобщава своето откритие в уравнението  $E = h\nu$ , което означава, че енергията  $E$  е равна на константата на Планк  $h$ , умножена по честотата на излъчваната енергия  $\nu$ . Странното е, че макар уравнението очевидно да пасва идеално на експерименталните резултати, Планк съвсем не може да застави сам себе си да приеме извода, че енергията някак си се разпространява на дискретни порции. *Материята* да, разбира се, но не и енергията.

Пет години по-късно Алберт Айнщайн показва, че енергията все пак не се разпространява във вид на вълни, че тя наистина има поведението на *частичи*. Айнщайн допуска, че, погледнато най-общо, светлината може да изглежда непрекъсната и вълнообразна, но въпреки всичко тя всъщност се разпространява във вид на отделни пакети. През 1905 г. Айнщайн пише в статията си за светлинните кванди: „В съответствие с допускането, което ще бъде направено тук, енергията на светлинните лъчи, изхождащи от точков източник, не се разпределя непрекъснато в пространството, а се състои от краен брой локализирани енергетични кванди, всеки от които се движи, без да се дели и може да се създава и поглъща само като цяло.“

Така се ражда теорията на светлинните кванди. По онова време обаче никой не може да повярва в нея. В края на краишата Айнщайн, разбира се, печели битката, макар това да е една трудна битка. Експериментаторът от Чикагския университет Робърт Миликан, например, се заема да *опровергае* „дръзката, за да не кажа безразсъдна, хипотеза за някаква си електромагнитна светлинна частица.“ И той се посвещава на проверката на тази теория. „Изразходвах десет години от живота си, за да проверявам това предсказание на Айнщайн от 1905 г.“, казва той по-късно. „И, въпреки всичките си очаквания, през 1915 г. бях принуден да отстоявам нейното недвусмислено потвърждение, а не нейната безсмисленост.“

През 1920 г. физиците най-накрая са готови да приемат идеята, която Айнщайн е предложил 15 години по-рано – светлината се разпространява не като вълни, а като дискретни частици.

Когато през есента на 1933 г. Институтът за авангардни изследвания най-сетне официално отваря врати, това става не в Нюарк, а в Принстън, точно във Файн Хол, сградата на математическия факултет на университета. Дълго след това хората остават с впечатлението, че Институтът е свързан по някакъв начин с Университета, както гласи популярният израз: „Институтът за авангардни изследвания на Принстънския университет“. Това не е вярно и никога не е било, тъй като Институтът използва помещения на университета само като временен подслон, докато чака да придобие земя за свой-собствен кампус, което става в края на 30-те години. Междувременно той се помещава във Файн Хол като гост на университета, на който Институтът по-късно прави дарение от 500 000 \$ като благодарност за услугата. Но двете институции, тогава и винаги са били финансово, административно и структурно разделени – две отделни единици.

Когато започва да функционира, в списъка на Института освен Айнщайн има още трима професори: Джеймс Александър, Джон фон Нойман и Озулд Веблен. Като цяло тази четворка притежава достатъчен академичен блясък да изпълни първоначалните претенции на Флекснър, че е „скицирал една образователна Утопия“, че е основал „рай за учени“. Но почти от самото начало в Рая възниква проблем.

Причината е неудобният факт, че трима от четиримата професори са били отмъкнати от математическия факултет на Принстънския университет, въпреки обещанието на Флекснър, че „за нищо на света не би направил нещо, което да навреди на значимата математическа дейност, която се провежда в Принстън.“ Отчасти за да изкупят вината си за даденото писмено обещание, Флекснър и Луис Бамбергер обещават на ректора на Университета Лутер Айзенах това да не се повтаря. На практика Институтът спазва неформалното „споразумение за ненападение“, макар някой да би поспорил за това как то съответства на духа на нещата. Години по-късно, когато Институтът прави планове за принстънския математик Джон Милнър, целият служай бива елегантно заобиколен.

Милнър е математик в Университета. Той е бил студент в същия университет, след това професор и е на път да се превърне в неразделна част от това място, докато Институтът не решава, че би желал да го включи в собствения списък от звезди. В края на краишата Милнър е носител на медала Фийлдс, най-високото отличие в математиката, а Институтът колекционира тези медалисти като пеперуди. Но естествено съществува тази работа със „споразумението за ненападение“, с което трябва да се справят. А какво би станало

ако Милнър отиде някъде другаде за година-две и едва след това дойде в Института? Той ще идва от трета институция и формално Институтът изобщо няма да го е взел от Принстън. Ще изглежда сякаш всички участващи страни са изпълнили задълженията си. И така Джон Милнър преподава една година в UCLA, две в М.I.T. и едва след това, през есента на 1970 г., става професор по математика в Института за авангардни изследвания.

Друг проблем е въпросът със заплатите. Не че са ниски, точно обратното. Те са твърде високи ... поне според онези, които не ги получават, а именно неизбраните и изоставени в Университета. Една от първостепенните цели на Ейбрахам Флекснър винаги е била да възнаграждава редовния състав толкова щедро, че един професор в Института никога да не е принуден да „допълва нереално ниския си доход чрез писане на излишни учебници или като се ангажира в други форми на халтура“. В края на краишата основната цел на това място е да се полагат такива грижи за ежедневните потребности на сътрудниците, че единствената оставаща им възможна активност да бъде мисленето. Но в изплащането на заплати Флекснър е извънредно разточителен – на Озуълд Веблен той предлага 15 000 \$ (цели 5000 \$ повече, отколкото дава на Айнщайн, поне в началото), плюс пенсия от 8000 \$, плюс доживотна пенсия от 5000 \$ на г-жа Веблен. През 30-те години тези суми са колосални. Само пенсията на Веблен е равна на, а в някои случаи и по-висока от, нормалната работна заплата на някои от най-добрите професори в Принстън. Това е нетърпимо. По-късно историкът в Института Беатрис Стърн коментира: „С очевадното сравнение е трудно да се примириш, особено когато става дума за същия стар колега, само дето е с нова шапка.“

Но има проблеми и в самия Институт. Флекснър е оповестил навред, че това място ще бъде институция, която ще присъжда „докторски и други равностойни професионални степени“ и това действително е записано в регистрационното удостоверение на Института. Внезапно и без обяснение Флекснър обявява, че „ще бъдат приемани само онези, които вече имат степента Ph.D. или чиято подготовка съответства на тази на докторите, и които освен това са достатъчно напреднали, за да провеждат сами и да сътрудничат при провеждането на независими научни изследвания“. С други думи, в края на краишата, Институтът няма да присъжда докторски степени.

Тази промяна е особено изненадваща за Озуълд Веблен, който е декан на Математическото отделение на Института. Но ако се погледне ретроспективно, той не би трябало да е изненадан. През лятото на 1932 г. Флекснър води Веблен в Ню Йорк, за да му покаже Рокфелеровия институт за медицински изследвания, където брат му Саймън Флекснър е директор. Флекснър обяснява на Веблен, че Рокфелеровият институт не присъжда степени, че целият смисъл на съществуването му е съсредоточен в изследвания и че

така ще бъде и в Института за авангардни изследвания. А година по-късно, малко преди Институтът да отвори врати, Флекснър пише писмо на Веблен, в което се казва: „Няма да започна да раздавам степени Ph.D., тъй като не искам да занимавам сътрудниците с докторати, изпити и всичко свързано с това. Съществуват множество места, където човек може да получи степен. Нашата работа трябва да е отвъд този етап.“

Независимо от всичко Веблен приема в Института двама кандидати за докторска степен, единият от които е само бакалавър. Това вбесява Флекснър, който се обръща към управителния съвет и иска от тях да утвърдят новата му анти-Ph.D. политика във връзка с непокорството на Веблен. Флекснър обяснява на Управителния съвет, че за да бъде спазен законът, Институтът е кандидатствал за правото да присъжда докторски степени пред Съвета по образованието на Ню Джързи, но сам той никога не е имал такива намерения. И до ден днешен Институтът не е присъдил нито една научна степен, макар някои редовни сътрудници да смятат, че трябва да го прави.

Тези проблеми са част от грешките на растежа в младенческите години на Института. Независимо от това най-добрите млади учени от цял свят направо се тълпят пред вратите му. Курт Гьодел и Алонзо Чърч, и двамата специалисти по логика, пристигат като „бачкатори“, както ги наричат там, което правят и математиците Дийн Монтгомери, Борис Подолски и Натан Розен. През 1931 г. Айнщайн и Подолски, заедно с Ричард Толман, по времето, когато и тримата са редовни сътрудници на Калифорнийския технологичен институт в Пасадена, пишат една статия. Тази кратка статия (две страници), публикувана във *Physical Review*, представя един „очевиден парадокс“ в квантовата механика. Сега в Института, на 56-годишна възраст Алберт Айнщайн е готов да осъществи най-доброто, на което е способен, своята последна, решителна, на живот или смърт, офанзива на теорията, която наруши покоя му повече от всичко друго във физиката.

Осъществявайки своя щурм, Айнщайн по никакъв начин не изоставя собствената си теория на светлинните квантни. Той отхвърля само по-късните добавки към квантовата теория, съвкупността от идеи, които са обединени под названието „Копенхагенската интерпретация“. Съгласно този нов възглед, развит от Нилс Бор и Вернер Хайзенберг, наблювателят трябва да бъде въведен в квантовата картичка по фундаментален начин. Безсмислено е, настояват двамата, да се говори за фината структура на материията, без да се конкретизират инструментите и средствата, чрез които се правят наблюденията на квантовите явления. Затова Бор напълно преднамерено се опитва да размие границата между измерителния инструмент и измервания обект: „Крайната големина на квента на действието“, казва той, „пречи изцяло на рязкото разграничаване, което се прави между явлението и средството, с което то се наблюдава“.



Причината за това е, че самият акт на наблюдението променя обекта. Според физика Паскуал Йордан: „Наблюдението не само нарушава онова, което се мери, то го създава. [...] Ние принуждаваме (електрона) да приеме определено местоположение. [...] Ние сами създаваме резултата от измерването.“ Или, както по-късно го формулира Джон Уилър: „Нито едно явление не е истинско явление, докато то не е наблюдавано явление“.

Но Алберт Айнщайн дори не иска да слуша тези глупости. „Когато една мишка гледа“, обича да казва той, „това променя ли състоянието на Вселената?“ За него нещата във външния свят си имат някакви свойства и си ги имат тези свойства независимо от това дали ние ги наблюдаваме или не. Това без съмнение е вярно на макроравнище, но той иска то да бъде вярно и на микроравнище, на равнището на квантите. Според Айнщайн никакви специални научни доктрини не могат да отменят по-фундаменталните философски представи за „обективна реалност“, принципа, че нещата притежават свойствата си независимо от и преди акта на наблюдението. Според Айнщайн актът на наблюдението не създава свойства.

Поне в това отношение Айнщайн не е релативист. „С него често обсъждахме представите му за обективната реалност“, казва биографът му Ейбрахам Пайс, който го познава от Института. „Спомням си, че по време на една разходка Айнщайн внезапно спря, обърна се към мен и ме попита дали наистина вярвам, че Луната съществува само тогава, когато я гледам.“

Айнщайн смята, че е открил сериозен парадокс в квантовата теория и иска да го развие, така че обсъжда идеите си със стария си колега Борис Подолски и с 26-годишния Натан Розен, който току-що е получил Ph.D. по физика в М.I.T. Те изтъкват, че според собствените допускания на квантова теория в природата трябва да има нещо, което е *отвъд* онова, което се вижда при експерименталните наблюдения. Трябва да съществува някаква

основополагаща реалност, която е устойчива и стабилна. Квантовата теория не приема нищо подобно – на практика тя категорично отрича съществуването на такава реалност, – което означава, че квантовата теория е една *незавършена* теория с претенции за цялостно описание на природата. Те така и озаглавяват статията си: „Може ли квантовомеханичното описание на физическата реалност да се смята за пълно?“ и отговарят с едно звучно *Не*.

Петдесет години по-късно техните аргументи продължават да бъдат дискусационни. Тримата автори използват за отправна точка принципа на неопределеността на Хайзенберг. Хайзенберг открива, че квантовите параметри вървят по двойки. Такива са местоположението и импулсът или енергията и изтеклото време. Двата параметъра на всяка от тези двойки – „спрегнати променливи“, както са наречени – са свързани по такъв начин, че в един отделен експеримент не могат да бъдат измерени едновременно с голяма точност. Хайзенберг формулира това чрез математическо съотношение, според което, ако с  $\Delta x$  се означи неопределеността на единия параметър (например местоположението), а с  $\Delta y$  – неопределеността на другия параметър (импулса), то произведението на тези неопределености е по-голямо или равно на константата на Планк  $h$ :  $(\Delta x) \cdot (\Delta y) \geq h$ .

Независимо от названието си, принципът на неопределеността не предполага, че на квантово равнище „всичко е неопределено“. В действителност той твърди точно обратното, че всеки *един* параметър на една квантова частица може да бъде измерен с абсолютна точност. Обаче цената, която плащате за тази точност, е, че всичко, което бихте могли да знаете за *другия* спрегнат параметър на тази частица, е загубено. Например вие можете да знаете със сигурност местоположението на един електрон, но в такъв случай, съгласно принципа на неопределеността, не бихте могли да знаете каквото и да било за неговия импулс. Както казва веднъж Вернер Хайзенберг, това е като „мъж и жена в къщичката, показваща времето. Когато единият излиза, другият влиза“. Това, което ни пречи да знаем точно и двете стойности едновременно, не е никаква метафизична боязън от страна на кванта, а по-скоро е основният квантово-механичен факт, че актът на измерването влияе върху измервания обект. Веднъж видяната частица е частица, която вече не може да бъде наблюдавана.

Айнщайн, Подолски и Розен обаче привеждат доводи за това, че квантите имат свойства, които са толкова определени и обективни, колкото и всичко в класическата физика. Да предположим, казват те, че имате две частици – А и В – и че знаете общия им импулс и относителното им местоположение. Това е нещо, което общоприетата квантова теория допуска без проблеми: тя приема, че сумата от импулсите на двете частици, както и относителните местоположения, могат да бъдат известни със сигурност. Така че, казват те, нека разгледаме две частици, които взаимодействват една с друга, а след това

се разлитат и раздалечават, като в някакъв момент се оказват, да кажем, на светлинни години една от друга. От закона за запазване на импулса знаем, че сумарният импулс на двете частици е същият, както преди взаимодействието. Но на това място Айнщайн и сътрудниците му обръщат внимание, че ако измерите импулса на която и да е от двете частици, вие ще знаете и импулса на другата частица. При това ще го знаете, *без да сте обезпокоили другата частица по какъвто и да било начин*. Това е съществено, тъй като означава, че величината е била там, независимо дали сте я измервали или не, нещо, което квантовата механика решително отрича да е възможно.

Да кажем, например, че общият сумарен импулс на частиците А и В е 10 (условни единици) и че след като двете частици се раздалечат, импулсът на частицата А се измерва и се оказва, че е 6. Като извадим 6 от 10 узнаяваме, че частицата В трябва да има импулс 4 и ние узнаяваме това, без въобще да безпокоим частицата В. Но щом можете да научите какъв е импулса на една частица, без да я смущавате, тогава частицата трябва да има този импулс, *независимо дали се прави каквато и да било стъпка той да бъде измерен или не*. С други думи нейният импулс е нещо, което трябва да съществува „обективно“, без да бъде наблюдавано.

По същия начин обаче може да бъде приведено доказателство и за взаимното разположение на двете частици. Ако измерим местоположението на едната от двете частици, става възможно да определим местоположението на другата, без да нарушаваме спокойствието ѝ. Но в дадения случай двете частици са засели своите съответни местоположения преди и независимо от какъвто и да било акт на измерване, което означава, че местоположението е точно толкова обективен признак, колкото и импулсът. И така, онова, на което обръщат внимание Айнщайн и съавторите му е, че и двете тези квантови свойства са обективни реалности, които съществуват независимо от измерването. Но тъй като квантовата механика не признава обективно съществуващи свойства, Айнщайн, Подолски и Розен заявяват, че квантовата механика е фундаментално непълна като теория на природата.

За Нилс Бор всичко това е крайно неприятно. Той не обича много представата за „обективна реалност“ и всъщност през по-голямата част от кариерата си като физик подкопава основите точно на тази представа. Бор иска тя да бъде заменена с една алтернативна такава, наречена „допълнителност“, според която реалност и знание са неразрывно преплетени и в която, както той я описва, „не може да бъде направено рязко разграничение между поведението на самите обекти и тяхното взаимодействие с измервателните инструменти“. За Бор и неговите приятели да претендираш, че би могъл да разделиш едно от друго реалност и знание като едно време – в блажените времена на класическата физика, – това е отживелица, която трябва да бъде задушавана в зародиши. Въпросът е: как?

„Тази яростна атака ни сполетя като гръм от ясно небе“, казва Леон Розенфелд, който е в Копенхаген с Бор, когато пристига новината за парадокса АПР. „Въздействието му върху Бор беше забележително“, твърди той. „Веднага след като Бор изслуша моя доклад за аргументите на Айнщайн, всичко останало беше изоставено: ние трябаше да изясним това недоразумение веднага.“ Аргументите на парадокса завладяха дори вестниците. На 4 май 1935 г. *New York Times* ги извежда като тема за обсъждане: „Айнщайн атакува квантовата теория“, гласи заглавието.

Силно възбуден, Бор незабавно започва да диктува отговор до Айнщайн и компания. Той установява, обаче, че това не е толкова простица работа. Пое-ма по една следа, после променя мнението си, отказва се от нея и започва отначало. Не може да уцели сърцевината на проблема. „Какво могат да имат предвид? *Tu* можеш ли да разбереш?, *пита той Розенфелд.*

След около шест седмици работа Бор има отговор. Като призовава към „окончателно скъсване с класическия идеал за причинност“, към „радикално преразглеждане на нашето становище за физическата реалност“ и към „фундаментална промяна на всички идеи, които имат отношение към абсолютния характер на физическите явления“, Бор настоява, че измерването на една частица *наистина* въздейства върху другата по някакъв неуточнен начин и че правилното разбиране на квантовите явления ще включва по коректен начин влиянието на измерването върху двете разглеждани частици.

Днес правилността на аргумента АПР остава един нерешен въпрос за физиката. В обзор на литературата, натрупала се в съответния период, физикът в Корнел Дейвид Мърмин пише през 1985 г. с известна ирония: „Днешните физици се делят на две типични групи. Физиците от Тип 1 са притеснени от АПР. [...] Тези от Тип 2 (мнозинството) не са, но трябва да се разграничават две под-групи: Физиците от Тип 2а обясняват защо не са притеснени. Техните обяснения се свеждат или към пълно неразбиране на въпроса ... или към включване на физически твърдения, които може да се докаже, че са фалшиви. Типът 2b не се притесняват и отказват да обяснят защо. Тяхната позиция е непоклатима. (Съществуват варианти на Тип 2b, чийто представители казват, че Бор е правил нещата, но отказват да обяснят как.)“

В началото на 80-те години на 20-и век експериментаторът Ален Аспе и сътрудниците му от Института по теоретична и приложна оптика на Парижкия университет правят тест, който изглежда показва, че ако приемете сериозно аргументът АПР, то би могло да съществува мигновено предаване на сигнали на голямо разстояние, обстоятелство, което кара един изследовател да предложи на Департамента по отбраната на САЩ да използва АПР корелациите като метод за предаване на информация между американските подводници със скорост по-голяма от тази на светлината. Каквито и да са достоинствата на това предложение, за Айнщайн би било забавно, че 50 години

след като формулира най-прочутото си съмнение в правотата на квантовата механика, аргументът АПР продължава да нарушава спокойствието на някои физици.

Междуд временено, естествено, много физици се поздравяват по повод продължаващото противопоставяне на Айнщайн на теорията, която сам е помогнал да бъде създадена. „Той беше пионер в борбата за преодоляване на празните пространства в квантовите явления“, казва през 1949 г. Макс Борн. „Дори по-късно, когато в резултат на собствената му работа възникна синтез от статистически и квантови принципи, които бяха приемливи за почти всички физици, той запази своята резервираност и скептицизъм. Много от нас смятаха това за трагедия – за него, който налучкваше слепешком и в самота своят път, и за нас, които изгубихме своя водач и знаменосец.“

Но резултатите от самотното и безпомощно търсене на Айнщайн са все още с нас. През 1982 г. Ричард Файнман казва за АПР парадокса: „Не мога да дефинирам реалния проблем, така че подозирам, че няма реален проблем, но аз не съм сигурен, че няма реален проблем.“

Обективната реалност, с други думи, може би все още има шанс.

Интелектуалните битки на Айнщайн с квантовата теория са съпътстващи от други, които той води срещу Ейбрахам Флекснър. От самото начало Флекснър иска Институтът да бъда отдалечен, усамотен и колкото е възможно по-откъснат от останалия свят. „Той би трябвало да е рай“, казва Флекснър, „в който стипендантите и учени ще могат да гледат на света и явленията в него като на своя лаборатория, без да бъдат въвлечани във водовъртежа на ежедневните проблеми.“ Но не всички, които наблюдават как се развива Институтът, са убедени, че това отдръпване от външния свят е нещо добро. Д-р Джордж Винсънт от университета в Чикаго казва на Флекснър, че поне в Чикаго хората от висшите сфери не са откъснати от реалността, а напротив, те съзнателно се хвърлят „във водовъртежа“ и излизат от него още по-силни. От своя страна Арнолд Тойнби предупреждава Флекснър, че пълното откъсване, което той планира, би могло в края на краишата да доведе до интелектуална стериленост. Хората трябва да са в крак с времето си, казва Тойнби и съветва Флекснър да не „реже корените им“. (Тойнби очевидно се смята способен да отрязва от време на време собствените си корени, тъй като става сътрудник на Института в пет отделни случая в края на 40-е и в началото на 50-те години.)

Флекснър се стреми да предпазва целия си редовен състав от задълбочаване в нещата, но за Айнщайн полага специални грижи, тъй като иска този човек нито за момент да не се отклонява от своето назначение да продължава да революционизира физиката. Преди още Айнщайн да е пристигнал, Ин-

ститута е засипан с писма, телеграми и телефонни обаждания, предназначени за него, и, разбира се, Флекснър пресреща този поток и дори отговаря от името на Айнщайн. (В Института и сега понякога се получават писма, адресирани до Алберт Айнщайн.) Проблемът е, че Флекснър продължава да практиви това, дори след като Айнщайн вече е пристигнал.

Скоро след като Институтът отваря врати, по телефона се обажда Марвин МакИнтайър, секретар на Франклайн Делано Рузвелт, президентът на САЩ, който кани Айнщайн и съпругата му на обяд в Белия дом. Обаждането достига някак си до секретарката на Айнщайн, която приема поканата. Флекснър научава за това и се обажда в Белия дом, като ги информира – при това не особено любезно, – че ангажиментите на Айнщайн могат да се уреждат само чрез него (Флекснър) и че освен това за съжаление професорът няма да може да приеме поканата. Веднага след това Флекснър пише и неприветливо писмо, в което обяснява, че „професор Айнщайн пристигна в Принстън, за да продължи своята научна дейност в уединение“, като добавя, че „е абсолютно невъзможно да прави изключения, които неизбежно ще го изложат на публично внимание“.

В края на краищата, разбира се, Айнщайн оправя нещата и отива на обяд в Белия дом. Въпреки това Флекснър продължава да се държи като негов личен прес-секретар и отговарящ за връзките му с обществеността. След известно време Айнщайн започва да се чувства като заложник в Института, поради което, когато пише писма на свои близки приятели, на мястото за обратен адрес пише „Концентрационен лагер, Принстън“. Накрая стига дотам, че се оплаква пред борда на директорите. Той обвинява Флекснър, че „няколко пъти се намесва в личните ми дела и го прави по много нетактичен начин. [...] Написа оскърбителни писма на жена ми и мен.“ Нещо повече, Флекснър се опитва да попречи на Айнщайн да посети Ройал Албърт Хол в Лондон, прихваща важни писма и телеграми, и така нататък и тем подобни. Ако Флекснър не коригира своите пъклени методи, Айнщайн има намерение да си подаде оставката. Както винаги, когато е изправен лице в лице с перспективата да загуби някоя от звездите в своя основен състав, Флекснър става отстъпчив.

Трудностите на Айнщайн обаче не се свеждат само до взаимоотношенията му с Флекснър. Той трябва да намери също и заместник на асистента си Валтер Майер, на когото преди се е доверявал. Изглежда, че Майер веднага след пристигането си в Института е започнал да се дистанцира от началника си. Съвместната им работа се заключава в една-единствена статия, публикувана през 1934 г., след което Майер се връща към своята работа в областта на чистата математика, като отказва повече да се обвързва с теорията на единното поле. През 1936/7 г. Айнщайн взема двама нови асистенти, Питър Бергман и Лиополд Инфелд. Той иска те да продължат и през следващата

академична година, но веднага възникват проблеми с подновяването на заплатите им. В математическия отдел парите се контролират от Озуълд Веблен, който за нещастие застава на позицията, че тъй като Майер е допуснат в Института специално, за да помага на Айнщайн, то Айнщайн няма право на друг асистент. Айнщайн се оплаква на Флекснър, който се съгласява Бергман да получава заплата през следващите няколко години. Случаят на Инфелд обаче остава висящ.

През февруари 1937 г. Айнщайн моли своите колеги да отпуснат на Инфелд скромната сума от 600 \$ за академичната 1936/7 г. Правейки една необичайна за него стъпка, Айнщайн посещава заседание на Математическия отдел, за да огласи специален призив в полза на Инфелд, но за своя изненада не постига нищо. „Направих каквото можах“, казва той на Инфелд. „Казах им колко сте добър и че с Вас осъществяваме важна научна работа. Но те твърдят, че нямат достатъчно пари. [...] Не знам доколко е вярно това. Използвах много силни думи, което не съм правил никога досега. Казах им, че по мое мнение са несправедливи. [...] Никой не ме подкрепи.“

Тогава Айнщайн предлага да плаща на Инфелд от собствения си джоб тези 600 \$, но Инфелд отказва. Отчаян, той предлага да напише едно популярно обяснение на развитието на физиката, което да бъде публикувано и разпространено с Айнщайн като съавтор. Айнщайн се съгласява и Инфелд написва книгата през лятото на 1937 г. Когато *Еволюцията на физиката* излиза през 1938 г., тя спечелва на авторите си много повече от 600 \$, но горчивите спомени от язвителността на Института остават дълго.

Последен е случаят с Ервин Шрьодингер. Шрьодингер, който току-що е получил Нобеловата награда за физика за 1933 г. (съвместно с Пол Дирак), е работил съвместно с Айнщайн в Берлинския университет през 20-те години. Той пристига в Принстън през пролетта на 1934 г. като гостуващ професор в Университета. Двамата с Айнщайн изглежда са на една и съща физическа вълна, работят отново заедно и си прекарват чудесно. Университетът предлага на Шрьодингер редовно място, което той отказва в очакване, че много скоро ще му предложат да го назначат в Института, където той предпочита да работи. Но Институтът няма такива намерения и очевидно никога не е имал. Независимо, че Айнщайн още веднъж се обръща с призив към Флекснър, Институтът не прави предложение на Шрьодингер, който в края на краишата се връща в Европа.

За да обяснят това донякъде дребнаво отношение към Айнщайн, някои хора предполагат, че Веблен, който е чист математик, храни известна враждебност спрямо Айнщайн, който е преди всичко физик. Според други приказки физиците, които са вече в Института, са настроени срещу Айнщайн, защото той се е заел да отхвърля квантовата механика на всяка цена. Трета версия гласи, че всички са разочаровани от онова, което възрастният Айн-

щайн прави, по-малкият принос, който има във физиката, така че от своя страна те отказват да полагат специални усилия в негова полза. В края на краишата основната функция на Айнщайн е да присъства в Института. В действителност той не трябва да прави каквото и да било: неговата роля сега е да бъде статуята на носа на кораба, живата икона, светията покровител. „Той е ориентир, но не е маяк“, ще каже по-късно Опенхаймер.

Много скоро Айнщайн разбира каква роля му е отредена. Всяка пролет в Института се провежда годишен бал и сутринта на въпросния ден той казва на асистента си Валънтайн Баргман, че ще се видят по-късно на танците. Баргман е изненадан, че Айнщайн ще ходи на бала. „Разбира се, че ще отида“, отговаря Айнщайн. „Гледам на бала много сериозно, защото това е нещото, заради което г-н Флекснър плаща толкова скъпо за мен.“

През 1936 г. Институтът придобива Олден Фарм и няколко съседни парцела, който имат обща площ от 200 акра и са на около половин миля от кампуса на Принстънския университет. Три години по-късно, след като получава нов голям подарък от Луис Бамбергер и Карълайн Фулд, Институтът отваря вратите и на Фулд Хол, нова четириетажна сграда от червени тухли, в която има по нещо за всеки: кабинети за директора, за редовните и за временните сътрудници, математическа библиотека и общо помещение за слебодебен чай.

Всички в Института са доволни от напускането на кампуса на Принстънския университет. Някои, включително Айнщайн, подозират, че президентът на университета Харолд Додс има твърде голямо влияние върху Флекснър. На събранието на редовния състав в края на 30-те години професор Джеймс Александър докладва, че „на млад математик дискретно е отказан прием в Института, тъй като Принстънският университет би възразил срещу неговото приемане – бил цветнокож“. Заради подновените антисемитски обвинения в Принстън всички смятат, че в края на краишата Институтът трябва да поеме съдбата си в свои ръце.

Ейбрахам Флекснър обаче никога не успява да влезе в новия си кабинет, тъй като доста преди новата сграда да отвори врати редовните сътрудници вече са организирали заговор за сваляне на директора от поста му и го заменят с попечителя на Института Франк Ейделот. Въпрос на обсъждане е това, което много професори смятат за мания на Флекснър – да ги държи настраана от административните дела на Института. Първоначално Флекснър иска да даде на своя редовен състав известни права в управлението на институцията, но накрая решава, че самоуправлението ще води само до безкрайни препирни. Самият Флекснър обаче в края на 30-те години назначава двама нови икономисти, с което провокира препирни, каквито той сам никога не би искал да види.

Това предизвиква Метеж Номер Едно в сред редовния състав.

При старта си през 1933 г. Институтът се състои само от Математически отдел. Започва се с математика, обяснява Флекснър, защото „тя е посветена изцяло на неща, които не са утилитарни, с непосредствено приложение, и това състояние на мисълта и духа, така ми се струваше, трябва да доминира в новия институт“. Независимо от наблягането върху чистата теория в духа на Платоновите висини, две години по-късно Институтът се разширява с отдел за Икономика и Политика. Това отчасти отразява собствените предразсъдъци на Флекснър, който смята, че икономиката би могла да подобри положението в света. Но отчасти това се дължи на съвет, който Флекснър е получил преди това от хора като историка Чарлз Биърд, който през 1931 г. го увещава да започне с икономиката. „Извърли математиката и вземи икономиката“, му казва Биърд. „В такъв случай ще започнеш с най-трудния предмет. Тя е толкова математическа и статистическа, колкото някой би искал да е, но тя е и нещо повече. Тя е много по-„строга“ дисциплина от математиката, тъй като се занимава с неточни неща.“ Отделът за Икономика и Политика, във всеки случай, стартира с трима професори: Едуард Мийд Ърл, Дейвид Митрани и Уинфийлд Рийфлър.

По-късно, когато Флекснър иска да попълни състава на отдела с няколко нови членове, той се опитва да го направи, без да се съветва с двама от тримата вече назначени сътрудници. Това създава впечатлението, че той вкарва хората с оглед собствените си цели, впечатление, което не се разсеява, когато останалата част от състава вижда кои са новите назначения на Флекснър, а именно Уолтър Стюърт и Робърт Уорън. Човек не би могъл да си представи тези господа в Института, колкото и силно въображение да има.

Те просто не са учени. Не само, че нямат степента Ph.D., а единият от тях е само бакалавър на ... университета в Мисури! Вярно е, че и двамата са работили малко за правителството, но дали това ги прави достатъчно квалифицирани за Института? По никакъв начин, очевидно, в главата на Флекснър се е вбила представата, че ги прави, че техният опит там навън, в свободния свят, им дава уникално предимство тук, в кулата от слонова кост. Според него те дори биха могли да измислят лекарство за лекуване на Депресията. Флекснър започва да говори и за програма „клинична икономика“ в Института.

Казано по-просто, Флекснър губи своята твърдост. Според първоначалния замисъл Институтът трябва да бъде последният бастион на теоретичната наука, а ето че Флекснър се опитва да вика в него „делови хора“. Нещо повече, в Института би трябвало да се назначават само елитни личности, хора, чиито научни степени се ползват с всеобщо уважение, изпъкват над другите, оценени са повече от отлично (*summa cum laude*), а ето че докарва

хора, които трудно биха могли да бъдат назначени в третокласен библейски колеж в Арканзас. И още по-лошо, Веблен, който е представител на редовния състав в съвета на попечителите, разказва, че пред попечителите Флекснър е твърдял, че Стюърт и Уорън ще бъдат назначени на временни длъжности, но после ги е записал в протокола като редовни.

Това вече е сериозно. Ясно е, Ейбрахам Флекснър трябва да си ходи.

По същото време Алберт Айнщайн вече е загубил всякакво търпимост спрямо дребнавостите, вмешателствата и лошите преценки на директора. На среща в Насау Таверн, на която Айнщайн е домакин и председателстваш, тайно се подготвя план за отстраняване на Флекснър. По-късно, през пролетта на 1939 г., Айнщайн, математикът Марстън Морс и археологът Хети Голдман пишат писмо на Флекснър с искане при всяко ново назначение за професор или директор да се взема предвид мнението на редовните сътрудници на Института. Флекснър се среща с Айнщайн и Морс, но не отговаря на искането им нито с да, нито с не. Всъщност по това време вече е избран новият директор. Флекснър знае това, но не съобщава тази информация на своите критици, които продължават да планират неговото сваляне от длъжност.

По времето, когато престава да бъде директор, Ейбрахам Флекснър е станал един озлобен и злопаметен човек. На своя наследник Франк Ейделот на сбогуване той казва следното: „За ваше лично добро и за това на Института, не подценявайте факта, че имате работа с интриганти. Доброволно си признавам, че бях играчка в техните ръце. Приемах на доверие думите им. Предполагах, че когато казват, че търсят възможности да специализират и искат да не са ангажирани с рутинни дейности, те го мислят сериозно. Нищо подобно, поне някои от тях. Те искаха да имат възможност да специализират, да са с високи заплати, но те искаха и управленска и изпълнителна власт. Те видях, че няма да я получат чрез мен. Тогава Веблен и някои други започнаха да сплетничат, за да се доберат до нея индиректно. [...] Веблен иска власт. Маас иска да бъде важна фигура. Вие ще трябва да ги накарате още в началото да разберат кой е господарят.“

С тези предписания свисше Ейбрахам Флекснър се оттегля от поста директор на Принстънския рай за учените. Метеж Номер Едно всред редовния състав успява. Ще има и други.

През есента на 1939 г., когато Франк Ейделот поема директорския пост, Алберт Айнщайн се настанява в новия си кабинет във Фулд Хол, стая номер 115. Това е просторно помещение в задната част на сградата, в което има черна дъска, шкафове за книги, продълговата маса за съвещания в единия край, а в другия – червеникавокафяв прозорец, през който влиза много светлина.

*Светлина.* Това е специалността на Айнщайн, почти негова собствена територия, темата, която го омайва от времето, когато, на 16 години, се пита как би изглеждал светът, ако го гледате възседнал светлинна вълна, а по-късно, през „годината на чудесата“ (*annus mirabilis*), 1905 г., формулира Специалната теория на относителността, в която скоростта на светлината е дефинирана като един от абсолютите, една от константите на физическата вселена. През същата онази година той предлага обяснение на фотоелектричния ефект чрез светлинния квант, а през 1911 г. предсказва, че светлинните лъчи се отклоняват под действието на гравитацията. През 1917 г. прокарва идеята за светлинния фотон, един фундаментален, безмасов, точковиден пакет от енергия и импулс. Накратко Айнщайн е направил повече от който и да било друг отделен физик за разбиране природата на светлината. Сега, към края на своя живот, физикът работи върху това, което смята, че е негова последна и основна задача, задачата да обедини явленията светлина и гравитация в единна всеобхватна теория.

Единната теория на полето, ако съществува такава, би била едно от най-великите интелектуални постижения на човечеството, което включва всички напълно различни елементи на Вселената в единен всеобхватен закон. Някои много важни обединения са осъществени преди Айнщайн. Нютон съчетава земното и небесното привличане в една теория. (Преди Нютон не е известно, че обекти върху или близо до земната повърхност, като например оръдейни снаряди, се управляват от същата сила, гравитацията, която удържа планетите върху техните орбити и звездите в галактиките.) Следващото велико редуциране е постигнато от Максуел в неговите уравнения на електромагнетизма, които обединяват електричеството, светлината и магнетизма в единна система от диференциални уравнения.

Когато Айнщайн започва да работи за обединяването на всички известни сили в единна теория на полето, той има пред себе си законите на Нютон, уравненията на Максуел, собствената си теория на относителността, както и законите на квантовата механика. В стремежа си да създаде единна теория на цялата природа, Айнщайн иска да покаже как всички различни сили във Вселената могат да бъдат обхванати в обятията на една логична система от принципи.

Това е едно твърде самонадеяно начинание. Преди всичко Айнщайн няма доказателство, че такова обединяване е възможно, или че то поне отразява фактите. Би могло да се окаже, например, че явленията в света в действителност изобщо не могат да бъдат обхванати в какъвто и да бил отделен закон, а че, напротив, те са по начало различни и съществено несвързани явления. Айнщайн, освен това, сам не е уверен, че дори да съществува такъв всеобхватен закон, той би бил достъпен за човешкия мозък. Но по-рано той е направил невъзможното и вероятно би могъл да го направи отново, само чрез мислене.

Айнщайн завършва първата си статия върху единната теория на полето през януари 1922 г. Докато работи върху проблема, той прави много фалстартове, отстъпления, започва всичко отначало, като приема отново и отново приближения, които преди това е отхвърлил. Айнщайн продължава да прави това до последния си ден. В Института той се занимава с единната теория на полето заедно с Уолтър Майер, Валънтайн Баргман, Питър Бергман, Ернст Щраус, Брурия Кауфман и мнозина други сътрудници и асистенти. Обикновено работният му ден започва в 9,30 или 10 часа сутринта, когато излиза от дома си на ул. Мърсър 112 и изминава разстоянието от около миля до Института. Често е придружаван от Курт Гьодел, който живее още по-далеч и спира по пътя си да вземе Айнщайн. Като пристига в Института, Айнщайн събира помощниците си в своя кабинет и те обсъждат всяка идея, която в дадения момент изглежда обещаваща. Това продължава около два часа, после Айнщайн се връща вкъщи за обяд, след което продължава да работи сам. Ако при това се случи да му хрумне нещо интересно, той се обажда на някой от асистентите си, за да му съобщи добрата новина. Естествено това са все фалшиви поводи – Айнщайн така и не създава своята единна теория на полето. За последните си уравнения, написани няколко месеца преди смъртта му, Айнщайн казва: „По мое мнение представената тук теория е логически най-простата релативистична теория на полето, каквато изобщо е възможна. Но това не означава, че природата не би могла да се подчинява и на по-сложна теория на полето.“

Институтът за авангардни изследвания в края на краищата се оказа за Айнщайн място както на успех, така и на провали. Той иска да проникне отвъд безредието на квантовата механика и да открие по-стабилна реалност, скрита под наблюдаваните явления, и поне в това постига известен успех: парадоксът АПР продължава да е жив и днес. Той иска да обедини гравитацията и електромагнетизма и тук със сигурност се проваля. А освен това иска да създаде световно правителство, което да гарантира световния мир, и в това също се проваля. Много от последните си години Айнщайн посвещава на писането на парализиращо досадни и монументално наивни политически трактати, но във всеки случай той никога не е смятал политиката за чак толкова важна. Веднъж, когато се разхожда около Института с асистента си Ернст Щраус, Айнщайн казва: „Да, ние трябва да разпределяме времето си по този начин – между политиците и уравненията. Но за мен нашите уравнения са далеч по-важни, тъй като политиците са предмет само на настоящето. Математическите уравнения остават завинаги“.

Разбира се, Айнщайн е под влиянието на Платоновата матрица, колкото и всеки друг в Института. Там реалният свят не присъства, но живата мисъл прониква в него и това е целият смисъл на науката. „Съгласен съм с Шопенхауер, че един от най-силните мотиви, които тласкат хората към изкуството

и науката, е бягството от ежедневието с неговата болезнена примитивност и безнадеждна пустота, от оковите на собствените непрекъснато променящи се желания. Чувствителното същество копнее да се укрие от реалността в света на обективните възприятия и мисли.“

След неговата смърт фотографите влизат в стая № 115 на Института за авангардни изследвания, за да направят прочутите си снимки, онези на разхвърления кабинет, какъвто Айнщайн го е оставил, преди да отиде в болница. Столът на великия човек е празен, а помещението има всички характеристики на музей.

Обаче не е. След като Айнщайн го напуска, астрономът Бенгт Щрьомгрен се настанива в кабинета и го използва десет години, през което време поставя началото на астрофизичната програма на Института. Няма доказателства Щрьомгрен да е бил в каквато и да било степен притеснен от мислите на надничашия над рамото му дух на Айнщайн. Когато Щрьомгрен си заминава за Дания, кабинетът на Айнщайн преминава в разпореждане на математика Арне Бъорлинг, който е там и днес.

Бъорлинг обича кабинета на Айнщайн, особено късно следобед, когато слънцето, спускащо се по това време към хоризонта, го осветява през големия прозорец в дъното. Тогава три подобни на човешки пръсти лъча огряват стаята, като заливат най-тъмните ѝ кътчета с онова, което е обект на най-голямата любов на Айнщайн – светлината.

Превод: И. Русев

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

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

**Годишен абонамент – десет (10) лева.**

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