

НОБЕЛОВИТЕ НАГРАДИ ЗА 2005 Г.

Кралската Шведска Академия на Науките присъди Нобеловите награди за:
Физика:

Рой Глаубър (род. през 1925 г.) „за приноса му в квантовата теория на оптичната кохерентност“; Джон Холх (род. през 1934 г.) и Теодор Хенш (род. през 1941) „за приносите им в развитието на основана върху лазерите прецизна спектроскопия, включително решетъчна техника за оптични честоти“

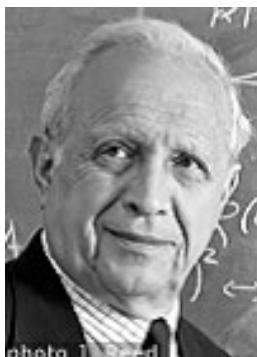


photo J. Reed



photo C.U.L. Hatwood



photo MPG

Рой Глаубър

Харвардски университет
Кеймбридж, Масачузетс,
САЩ

Джон Хол

Университет на Колорадо;
Национален институт за
стандартни и технологии,
Бодър, Колорадо, САЩ

Теодор Хенш

Институт „Макс Планк“
Германия; Университет
Лудвиг-Максимилиан,
Мюнхен, Германия

Химия: Съвместно на Ив Шовен, Робърт Гръбс и Ричард Шрок „за откриването на метатезисния метод в органичния синтез“.

Физиология или медицина: Съвместно на Бери Маршал и Дж. Робин Уорън „за откриването на бактерията *Helicobacter pylori* и нейната роля в гастритните и пептично язвените заболявания“.

Литература: на Харолд Пинтър „които в своите пиеси разкрива бездната, криеща се под ежедневните приказки и нахлуването на потисничеството в затворените домове“.

Икономика: Съвместно на Робърт Оман и Томас Шелинг „за подобряване на нашето разбиране за конфликт и сътрудничество посредством анализ, основан върху теорията на игрите“

Норвежкият Нобелов комитет присъди Нобеловата награда за МИР на: Международната агенция за атомна енергия и на Мохамед Ел Барадей „за техните усилия да осуетят използването на ядрената енергия за военни цели, а употребата на ядрената енергия за мирни цели да става по възможно най-безопасен начин“.

ИСТОРИЯ НА НЕУТРИННИТЕ ОСЦИЛАЦИИ¹

С. М. Биленкий

1. Въведение

В резултат на многогодишни героични усилия на много физици сега ние разполагаме с моделно независимо свидетелства за съществуването на осцилации на неутрината. Такива бяха получени в няколко експеримента: Супер Kamiokande с атмосферни неутрина [1], SNO [2] със слънчеви неутрина, а също така и в експериментите [4-7] със слънчеви неутрина, експериментите [8, 9] с атмосферни неутрина и от първия ускорителен експеримент с голяма база K2K [10].

Съществуването на неутринните осцилации означава наличие на малки маси на неутрината и смесване на различните типове неутрина. Повече от 40 години бяха необходими, за да бъде открито това явление.

За пръв път идеята за неутринни осцилации беше предложена от Бруно Понтекорво през 1957-58 г.[11,12]. Аз работих с него повече от 15 години, започвайки от времето, когато мнозинството физици вярваха, че неутриното е безмасова двукомпонентна частица. Тук ще разгледам предимно еволюцията на *оригиналните идеи* за наличието на неутринни маси, смесване и осцилации.

Когато Паули въвежда неутриното през 1930 г. той предполага, че неутриното («неутрон») е неутрална слабовзаимодействуваща частица със спин 1/2 и с маса, по-малка от тази на електрона. Първият метод за измерване на масата на неутриното е предложен през 1933 г. от Ферми [13] и Перен [14]. Те предлагат да се търси ефект от наличието на маса на неутриното чрез детайлно изследване на високонергетичната част на β -спектъра, която съответствува на излъчване на неутрино с малка енергия.

Обикновено ефектът от неутринната маса се търси, изследвайки β -спектъра на разпада



Досега такъв ефект не е намерен в подобни експерименти. В първия та-къв експеримент [15] за горна граница на масата на неутриното беше получено ограничението

$$m_\nu \leq 500 \text{ eV}.$$

В следващите експерименти горната граница намаляваше и в края на

50-те години на миналия век за горна граница на неутринната маса беше получена стойността

$$m_\nu \leq (100 - 200) \text{ eV}. \quad (2)$$

Теорията на двукомпонентното неутрино, предложена от Ландау [16], Ли и Янг [17] и Салам [18] в 1957 г., след откриване на нарушаването на четността в β -разпада [19], беше първата теоретична идея, третираща масата на неутриното.

За да демонстрираме идеята за двукомпонентното неутрино, нека да разгледаме уравнението на Дирак за неутринно поле с маса m_ν

$$i\gamma^\alpha \partial_\alpha v(x) - m_\nu v(x) = 0. \quad (3)$$

От (3) получаваме две свързани уравнения за левите и десни компоненти $v_L(x)$ и $v_R(x)$

$$i\gamma^\alpha \partial_\alpha v_L(x) - m_\nu v_R(x) = 0 \quad (4)$$

и

$$i\gamma^\alpha \partial_\alpha v_R(x) - m_\nu v_L(x) = 0. \quad (5)$$

През 50-те години на миналия век, предвид експерименталната граница (2), предположението за нулева маса на неутриното изглеждаше естествено и беше направено от Ландау, Ли и Янг и Салам.

За $m_\nu = 0$ от (4) и (5) получаваме две независими уравнения на Вайл

$$i\gamma^\alpha \partial_\alpha v_{L,R}(x) = 0 \quad (4)$$

и неутринното поле в този случай може да бъде $v_L(x)$ или $v_R(x)$. Изборът дали безмасовото неутрино е ляво или дясно трябва да бъде направен от авторите на двукомпонентната теория.

Ако неутринното поле е $v_L(x)$ ($v_R(x)$), то:

1. Общият хамилтониан на β -разпада има вида

$$H_I^\beta = \sum_i G_i (\bar{p} O_i n) (\bar{e} O^i \frac{1}{2} (1 \mp \gamma^5) v) + \text{h.c.}, \quad (7)$$

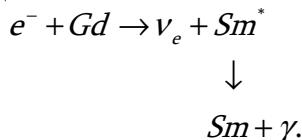
където индексът i приема стойности S, V, T, A, P (скалар, вектор и така нататък).

По този начин теорията на двукомпонентното неутрино включва наблюдаваното в β -разпада максимално нарушаване на четността.

2. Спиралността на неутриното е равна на -1 ($+1$), а спиралността на антинеутриното е $+1$ (-1) при избиране на решението $v_L(x)$ ($v_R(x)$).

Спиралността на неутриното беше измерена през 1958 г. в забележител-

ния експеримент на М. Голдбахер и др. [20]. В този експеримент беше измерена кръговата поляризация на γ -квантите, родени в последователността от реакции



Измерването на поляризацията на γ -квантите позволи да се определи надлъжната поляризация на участваващото неутрино. Беше установено, че неутриното е лява частица. И така, оказа се, че неутринното поле е $v_L(x)$.

Интересно е да се отбележи, че уравнението (6) за безмасова частица е било разгледано от Паули в неговата енциклопедична статия „Основни принципи на квантова механика“ (1933). Там Паули пише, че това уравнение „не е приложимо към физическата реалност“, защото не е инвариантно по отношение на пространствената инверсия.

В двукомпонентната теория максималното незапазване на четността в β -разпада и другите лептонни процеси е тясно свързано с нулевата маса на неутриното. Положението се промени след като Файнман и Гелл-Ман [21] и Маршак и Сударшан [22] предложиха през 1958 г. т. нар. $V-A$ теория на слабото взаимодействие.

Тази теория се основаваше на предположението, че *в хамилтониана на слабото взаимодействие влизат само левите компоненти на участвуващи-те полета*. Това означава, че нарушаването на четността в слабото взаимодействие не е свързано с някакви специални свойства на неутриното, а че има други причини за присъствието само на леви полета в хамилтониана. Още повече, че във $V-A$ теорията беше възможно неутрината да имат отлична от нула маса (виж по-долу).

Въпреки всичко, двукомпонентната теория на неутриното беше красива и същевременно най-простата теоретична възможност. Тя беше в чудесно съгласие с многобройните експерименти по изследване на слабите процеси. По мое мнение това беше главната причина в продължение на много години да съществува общо мнение, че неутрина са безмасови частици. Стандартният модел на Глешоу-Уайнбърг-Салам беше построен при предположението за безмасови двукомпонентни неутрина.

2. Бруно Понтекорво

За пръв път идеята за ненулеви маси на неутрината, тяхното смесване и осцилации беше предложена от Бруно Понтекорво през 1957 г. [11]. Той мислеше, че има аналогия между лептони и адрони и вярваше, че и в лептонния свят съществува явление, аналогично на известните $K^0 \leftrightarrow \bar{K}^0$ осцилации.

Единственият възможен кандидат бяха неутринните осцилации. По това време само един тип на неутрино беше известен. Възможните осцилации в този случай са

$$\nu_L \leftrightarrow \bar{\nu}_L \text{ и } \bar{\nu}_R \leftrightarrow \nu_R.$$

В съответствие с двукомпонентната теория на неутриното състоянията $\bar{\nu}_L$ и ν_R не съществуват. Тези състояния бяха проблем за Б. Понтекорво. Нека да видим как той го реши.

През 1957-58 г. Р. Дейвис [23] провеждаше експеримент за търсене на процеса



предизвикан от реакторни антинеутрина. Слух, че Дейвис е наблюдавал получаването на атоми на ${}^{37}\text{Ar}$ от реакцията (8), стигна до Б. Понтекорво. Понтекорво, който по това време работеше над идеята за осцилации на неутрината, реши, че образуването на ${}^{37}\text{Ar}$ би могло да е поради съществуването на преходи антинеутрино \leftrightarrow неутрино във вакуум. Той публикува статия за неутринните осцилации [12]. В тази статия той пише:

„В последно време се дискутира въпросът дали съществуват други смесени неутрални частици освен K^0 -мезоните, т.е. частици, които се различават от съответствените им античастици и при които преходите между частици и античастици да не са напълно забранени. Трябва да отбележим, че неутриното би могло да бъде такава смесена частица и съответно съществува възможност за реални неутрино-антинеутрино преходи във вакуум, ако лептоният (неутринен) заряд не се запазва. Това означава, че неутриното и антинеутриното са смесени частици, т.е. симетрични и антисиметрични комбинации от две истински неутрални частици на Майорана ν_1 и ν_2 .“

Б. Понтекорво стигна до извода, че

„Потокът от неутрални лептона, излъчвани от ядрен реактор предимно като антинеутрина, ще състои наполовина от неутрина и наполовина от антинеутрина на някакво разстояние R от източника.“

По същото време Райнес и Коуан [24] провеждаха своя прочут експеримент, в който $\bar{\nu}_e$ беше открито чрез наблюдаването на e^+ и на неutronи от реакцията



За да се наблюдава ефектът от неутринните осцилации, Б. Понтекорво предположи, че

„би било крайно интересно експериментът на Коуан и Райнес да се извърши на различни разстояния от реактора“.

В статията си [12], написана по времето, когато двукомпонентната теория за неутриното току що се беше появила и експериментът на Дейвис не бе беше завършен, Б. Понтекорво отбелязва

„... не е възможно да се каже априори, че някоя част от потока може да инициира реакцията на Дейвис.“

Както се вижда, още по това време той допускаше, че двукомпонентната теория може да бъде нарушена. По-късно, след като експериментът на Дейвис беше приключен и получаването на ^{37}Ar не беше детектирано, Б. Понтекорво предположи, че при наличието на осцилации неутриното (antineутриното) може да се трансформира в $\bar{\nu}_L$ (ν_R), т.е. в частици, които не участват в стандартните слаби взаимодействия. Б. Понтекорво пръв въведе понятието *стерилен неутрино*, което е толкова популярно днес.

След като втори тип неутрино, ν_μ , беше открит в експеримента в Брукхейвън [25], за Понтекорво беше лесно и съвсем естествено да обобщи идеята си за неутринните осцилации за случай на две неутрина [26]. В работата [26] той разгледа осцилации към активни и към стерилни състояния $\nu_\mu \leftrightarrow \nu_e$, $\nu_\mu \leftrightarrow \bar{\nu}_{\mu L}$ и др.

В работа [26] Б. Понтекорво обсъждаше и осцилации на слънчеви неутрина. През 1967 г. неутринният експеримент на Дейвис за регистриране на неутрината от Слънцето току що започваше. Три години преди публикуването на първите резултати от този експеримент Б. Понтекорво отбелязва, че ако съществуват неутринни осцилации, измереният поток слънчеви неутрина може да бъде два пъти по-малък от очаквания:

„От експериментална гледна точка за наблюдаването на неутринни осцилации Слънцето е идеалният обект. Ако дължината на осцилациите е по-малка, отколкото радиуса на слънчевата област, където ефективно се произвеждат неутрино (да речем една десета от слънчевия радиус или 0,1 милиона километра за неутрината от ^8B , които ще дават основен дял в планирания сега експеримент), преките осцилации ще бъдат замазани и ненаблюдаеми. Единственият ефект би бил, че на земната повърхност наблюдалемият поток на слънчеви неутрина ще е два пъти по-малък от пълния неутринен поток.“

В експеримента на Дейвис само високoenергетични неутрина, главно от

редкия разпад ${}^8\text{B} \rightarrow {}^8\text{Be} e^+ \nu_e$, могат да бъдат регистрирани. В [26] Б. Понтекорво пише:

„За съжаление, относителните скорости на различните термоядрени реакции в Слънцето, както и температурата в центъра му не са известни достатъчно добре, за да се сравнят очакванията и наблюдалите интензитет на слънчеви неутрина.“

През 1967 беше невъзможно да се предвиди резултатът от измерването в експеримента SNO на пълния неутринен поток от разпада на ${}^8\text{B}$ чрез регистрирането на взаимодействието на неутрината посредством слаби неутрални токове [2]. По това време даже взаимодействията посредством неутрални токове не бяха известни. Интересно е да се отбележи, че през 1988 г., когато SNO експериментът беше още в своя начален стадий, Б. Понтекорво ентузиазирано го подкрепи. По-долу е приведено едно писмо, което Б. Понтекорво написа по това време:

Д-р Валтер Ф. Дейвидсън

Секция по физика на високите енергии,
Национален съвет по изследвания, Канада.

Драги д-р Дейвидсън,

Много ви благодаря, че ми изпратихте предложението за експеримента SNO. По-долу правя кратък коментар за SNO с надеждата, че мнението на човек, който още през 1946 г. работеше в Канада по проблеми на неутринната физика, може да бъде от полза. Предложението за експеримента SNO (1000 тона D_2O , заобиколени от H_2O , в мина на дълбочина 2 км) по мое мнение е прекрасно предложение по няколко причини.

Първо, то е ново, в смисъл, че с помощта на голям детектор от D_2O , потопен в H_2O , става възможно изучаване на реакции 1. $\nu_e d \rightarrow e^- pp$, 2. $\nu_x e \rightarrow \nu_x e$, 3. $\nu_x d \rightarrow \nu_x np$, 4. $\bar{\nu}_e d \rightarrow e^+ nn$, 5. $\bar{\nu}_e p \rightarrow e^+ n$ с главно приложение за измерване на потока от слънчевите неутрина и неутрината от звезден колапс (1,2,3) и антинеутрината от звезден колапс (4,5).

Второ, предложението е реалистично в смисъл, че вече поне един голям Черенковски детектор, запълнен с H_2O , работи добре (Камиоканде).

Трето, това предложение може да бъде реализирано само в Канада, къде-то по исторически причини има голямо количество D_2O , достъпно за използване в течение на няколко години.

Последно, по мое мнение реакцията с неутрални токове 3, даваща пъл-

ния брой на неутрината от всички аромати, може да бъде използвана, въпреки сериозните трудности за регистрарирането на неutronите от нея.

В заключение, предложението за експеримента SNO е перспективно и трябва да бъде подкрепено по всякакъв начин.

Искрено Ваш,
Бруно Понтекорво,
Дубна, 18 август 1988 г.

3. З. Маки, М. Накагава и С. Саката

Смесването на два типа неутрино беше предложено през 1962 от З. Маки, М. Накагава и С. Саката в работата [27], която остана практически неизвестна много години. В работата се използваше подход, базиран на модела от Нагоя. Според този модел в адронния ток влизат полетата на три фундаментални бариона p , n и Λ . Тези частици се разглеждат като свързани състояния на лептони и един нов бозон B^+ („нов тип материя“):

$$p = \langle \nu B^+ \rangle, \quad n = \langle e^- B^+ \rangle, \quad \Lambda = \langle \mu^- B^+ \rangle.$$

Като естествено следствие на модела се получава барион-лептонна симетрия и симетрия на слабия ток при замяната

$$\nu \leftrightarrow p, \quad e^- \leftrightarrow n, \quad \mu^- \leftrightarrow \Lambda.$$

Работата [27] беше написана по време, когато вече съществуваше указание [28], получено от анализа на експериментални данни по търсене на разпад $\mu \rightarrow e\gamma$, че ν_e и ν_μ са различни частици. Брукхейвънският неутринен експеримент [25], който подтвърди, че ν_e и ν_μ са различни частици, по това време беше в стадий на подготовка.

Възможното съществуване на две различни неутрина беше проблем за модела от Нагоя (четири лептона и три фундаментални адрона). Маки, Накагава и Саката предложиха следното решение на проблема. Лептонният слаб ток

$$j_\alpha = 2(\bar{\nu}_{eL} \gamma_\alpha e_L + \bar{\nu}_{\mu L} \gamma_\alpha \mu_L) \quad (10)$$

определя типа на неутрината ν_e и ν_μ , участващи в слабото взаимодействие². Те писаха:

„Определянето на състоянието на неутриното като частица е напълно произволно; ние можем да говорим за „неутрина“, различни от участващите в слабото взаимодействие неутрина и изразяващи се чрез линейни комбинации на последните. Ние допускаме, че съществува представяне, което определя истинските неутрина ν_1 и ν_2 чрез следните ортогонални преобразования:

$$\begin{aligned} \nu_1 &= +\nu_e \cos \delta + \nu_\mu \sin \delta \\ \nu_2 &= -\nu_e \sin \delta + \nu_\mu \cos \delta. \end{aligned} \quad (11)$$

Истинските неутрина трябва да се определят по такъв начин, че B^+ да може да се свързва с ν_1 , но не и с ν_2 .“

Фактически Маки, Накагава и Саката предложиха модификация на модела от Нагоя, в която:

$$p = \langle \nu_1 B^+ \rangle, \quad n = \langle e^- B^+ \rangle, \quad \Lambda = \langle \mu^- B^+ \rangle.$$

На лептонния ток, записан в термини на „истински неутрина“,

$$j_\alpha = 2(\bar{\nu}_{1L} \gamma_\alpha e_L \cos \delta + \bar{\nu}_{1L} \gamma_\alpha \mu_L \sin \delta) + \dots \quad (12)$$

отговаря адронен ток

$$j_\alpha = 2(\bar{p}_L \gamma_\alpha n_L \cos \delta + \bar{p}_L \gamma_\alpha \Lambda_L \sin \delta) + \dots, \quad (13)$$

който е идентичен на тока на Гел-Ман-Леви [29]. Всъщност това беше прототип на трактовката на Кабибо за адронното смесване.

По-нататък Маки, Накагава и Саката предположиха, че съществува допълнително взаимодействие на ν_2 с някакво тежко бозонно поле X

$$L = g \bar{\nu}_2 \nu_2 X^+ X, \quad (14)$$

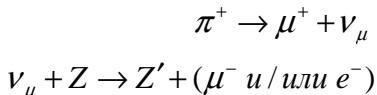
което дава разлика в масите на ν_2 и ν_1 .

Във връзка с неутринния експеримент в Брукхейвън Маки, Накагава и Саката писаха:

„Слабите неутрина³

$$\begin{aligned} \nu_e &= \nu_1 \cos \delta - \nu_2 \sin \delta \\ \nu_\mu &= \nu_1 \sin \delta + \nu_2 \cos \delta \end{aligned} \quad (15)$$

не са стабилни поради виртуалните преходи $\nu_\mu \leftrightarrow \nu_e$, предизвикани от взаимодействието (14). Последователността от реакции



би могла да бъде използвана за проверка на хипотезата за съществуване на два типа неутрино само ако $|m_{\nu_2} - m_{\nu_1}| \leq 10^{-6} \text{ MeV}$ при стандартна геометрия на експеримента. Отсъствието на e^- в горната последователност от реакции ще потвърди не само хипотезата за съществуването на два типа неутрино, но и ще може да бъде използвано за поставяне на горна граница за масата на второто неутрино, ν_2 , в представената схема.»

4. Бруно Понтекорво и съавтори

Първата феноменологична теория със смесване на две неутрина беше предложена от В. Грибов и Б. Понтекорво през 1969 г. [30]. В нея те предполагат, че левовинтовите полета v_{eL} и $v_{\mu L}$ участват не само в члена, описващ взаимодействието, но и в масовия член (който те наричат допълнително неутринно взаимодействие).

Нека да отбележим, че по онова време беше широко разпространено предубеждението, че в случая на левовинтови неутринни полета масите на съответните неутрина трябва да са равни на нула. Това е вярно, ако пълното лептонно число се запазва. В [30] беше показано, че ако това число може да се изменя с 2, то могат да бъдат въведени ненулеви маси на неутрината даже и при наличието само на левовинтови полета в лагранжиана.

Грибов и Понтекорво предложиха следния вид на масовия член на неутрината в лагранжиана:

$$\begin{aligned} L^M = -\frac{1}{2} & (m_{e\bar{e}} \overline{(v_{eL})^c} v_{eL} + m_{\mu\bar{\mu}} \overline{(v_{\mu L})^c} v_{\mu L} + \\ & m_{e\bar{\mu}} (\overline{(v_{eL})^c} v_{\mu L} + \overline{(v_{\mu L})^c} v_{eL}) + \text{h.c.}) \end{aligned} \quad (16)$$

Тук $m_{\mu\bar{\mu}}, m_{e\bar{e}}, m_{e\bar{\mu}}$ са реални параметри, а $(v_{IL})^c = C(v_{IL}^-)^T$ е спрегнатото поле.

След диагонализацията на масовия член (16) се получава следното смесване:

$$\begin{aligned} v_{eL} &= \cos \theta v_{1L} + \sin \theta v_{2L} \\ v_{\mu L} &= -\sin \theta v_{1L} + \cos \theta v_{2L} \end{aligned} \quad (17)$$

Тук $v_{1,2}$ са полета на *Майоранови неутрина* с маси $m_{1,2}$. Масовият член (16) се нарича Майоранов масов член. Възможните осцилации при смесването (17) са $v_e \leftrightarrow v_\mu$ и $v^-_e \leftrightarrow v^-_\mu$. В този случай не съществуват преходи към стерилни състояния. Това беше една от основните идеи на Грибов и Понтекорво.

В [30] беше показано, че наблюдавемите величини (ъгълът на смесване и Майорановите маси $m_{1,2}$) са свързани с параметрите на теорията по следния начин:

$$\tan 2\theta = \frac{2m_{e\bar{\mu}}}{m_{\mu\bar{\mu}} - m_{e\bar{e}}}, \quad (18)$$

$$m_{1,2} = \frac{1}{2} \left| m_{\mu\bar{\mu}} + m_{e\bar{e}} \mp \sqrt{(m_{\mu\bar{\mu}} - m_{e\bar{e}})^2 + 4m_{e\bar{\mu}}^2} \right|. \quad (19)$$

От (18) следва, че ако имаме $\mu - e$ симетрия, то е в сила

$$m_{\mu\bar{\mu}} = m_{e\bar{e}}; \quad m_{e\bar{\mu}} \neq 0 \quad (20)$$

а също така $\theta = \pi/4$ (максимално смесване). Вакуумните осцилации на слънчевите неутрина са разгледани в работата [30] при това предположение.

Пълната феноменологична теория за смесването на неутрината и теорията на неутринните осцилации бяха развити през 70-те години на 20-ти век.

В работите [31] смесването на неутрината е въведено по аналогия със механизма на Кабибо-Глешоу-Илиополус-Майани за смесването на кварките (кварк-лептонна аналогия). Основната идея е следната: неутрината, както всички други фундаментални фермиони (лептони и кварки) са массивни частици. Смесването на массивните лептони е общо свойство на калибровъчните теории със спонтанно нарушаване на симетрията. Следователно е естествено да предположим, че *смесването е общо явление както за кварките, така и за массивните неутрина*. В случая на две неутрина имаме:

$$\begin{aligned} v_{eL} &= \cos\theta v_{1L} + \sin\theta v_{2L} \\ v_{\mu L} &= -\sin\theta v_{1L} + \cos\theta v_{2L} \end{aligned} \quad (21)$$

Тук $v_{1,2}$ са 4-компонентни полета на *Диракови неутрина* с маси $v_{1,2}$.

Възможните стойности на ъгъла на смесване на неутрината също бяха дискутирани в [31]. Там в заключение ние отбелязахме:

„...струва ни се, че специалните стойности на ъгъла на смесване $\theta = 0$ (обичайната схема, в която мюонният заряд се запазва строго) и $\theta = \pi/4$ (максимално смесване) са много важни.“

Дираковският масов член има вида:

$$L^D = -\sum_{l,l'} \bar{v}_{l'R} M_{l'l}^D v_{lL} + \text{h.c.} \quad (22)$$

където $M_{l'l}^D$ е комплексна матрица. Ако горният член влиза в лагранжиана, пълният лептонен заряд L се запазва. Поради запазването на L в случай на Дираковски масов член няма преходи към стерилни състояния. В случая на две неутрина, v_e и v_μ , възможните осцилации са $v_e \leftrightarrow v_\mu$ и $v_e^- \leftrightarrow v_\mu^-$, същите, както и в Майорановия случай.

В работа [32] ние въведохме най-общия масов член. Ако предположим, че и v_{lL} и $v_{l'R}$ участвуват в този член и пълното лептонно число L не се запазва, то тогава той има вида:

$$\begin{aligned} L^{D+M} &= -\frac{1}{2} \sum_{l,l'} \overline{(v_{l'L})^c} M_{l'l}^L v_{lL} - \sum_{l,l'} \bar{v}_{l'R} M_{l'l}^D v_{lL} \\ &\quad - \frac{1}{2} \sum_{l,l'} \bar{v}_{l'R} M_{l'l}^R (v_{lR})^c + \text{h.c.} \end{aligned} \quad (23)$$

Тук M^L и M^R са комплексни симетрични матрици, а M^D е просто комплексна матрица. Масовият член (23) включва Майоранови масови членове с леви и десни полета и Дираков масов член. Той се нарича масов член на Дирак и Майорана.

За смесването в общия случай на n „аромата“ от (23) получаваме:

$$\begin{aligned} v_{iL} &= \sum_{i=1}^{2n} U_{ii} v_{iL} \\ (v_{iR})^c &= \sum_{i=1}^{2n} U_{\bar{i}\bar{i}} v_{iL}, \end{aligned} \quad (24)$$

където U е унитарна $2n \times 2n$ матрица на смесване, а v_i са полетата на Майорановите неутрина с маси m_i . Сега, след експериментите на LEP ние знаем, че $n=3$.

От (24) следва, че при малки маси m_i преходите $v_l \rightarrow v_{l'}$ (един „аромат“ в друг „аромат“) и $v_l \rightarrow v_{l'L}$ (активно неутрино в стерилен такова) са допустими. Вакуумните осцилации на слънчеви неутрина в общия случай на масов член на Дирак и Майорана също бяха разгледани в [32]. Както е добре известно, масовият член на Дирак и Майорана е инструментът, чрез който се въвежда механизма на „люлката“ за генериране на маси на неутрината.

Теорията за осцилациите на неутрината, която днес широко се използва за анализа на данните от експериментите по неутринни осцилации, също беше развита през 70-те години на 20-ти век.

Ако имаме смесване на неутрината, то лептонните числа L_e , L_μ и L_τ не се запазват. Какво представляват трите „ароматни“ състояния v_e , v_μ , v_τ и съответните антинеутрина в този случай? От самото начало ние определяме неутриното или антинеутриното от определен „аромат“ като частица, която участва в стандартните слаби взаимодействия посредством заредени токове заедно със съответния лептон. Например, неутриното, което се ражда заедно с μ^+ в разпада $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + v_\mu$ е мюонно неутрино v_μ , електронното антинеутрино \bar{v}_e се превръща в e^+ в реакцията $\bar{v}_e + p \rightarrow e^+ + n$ и т.н.

„Ароматните“ неутринни състояния се задават чрез:

$$|v_i\rangle = \sum_i U_{ii}^* |v_i\rangle, \quad (25)$$

където $|v_i\rangle$ е неутринно състояние с маса m_i , импулс \vec{p} и енергия $E_i = \sqrt{\vec{p}^2 + m_i^2} \equiv p + m_i^2/2p$. Вижда се, че неутринните състояния с определен аромат са суперпозиция от кохерентни състояния.

Съотношението (25) се базира на предположението, че разликите в квадратите на масите на неутрината са толкова малки, че поради съотношенията

за неопределеност не е възможно различаването (детектирането) на състоянията с различни маси. Това условие може да бъде записано в следния вид:

$$L_{osc} \gg d, \quad (26)$$

където d е квантовомеханичният размер на източника на неутрина и

$$L_{osc} = 4\pi \frac{E}{\Delta m^2} \quad (27)$$

е дължината на осцилации. Ако това условие е изпълнено, неутринните сечения и вероятности за преход са същите, както в Стандартния модел.

Ако приложим към „ароматните“ състояния еволюционното уравнение на квантовата теория на полето

$$i \frac{\partial |\Psi(t)\rangle}{\partial t} = H |\Psi(t)\rangle \quad (28)$$

получаваме стандартния израз за вероятността за преход:

$$P(\nu_l \rightarrow \nu_{l'}) = \left| \delta_{ll'} + \sum_{i \geq 2} U_{li} U_{li}^* \left(e^{-i \Delta m_{ii}^2 \frac{L}{2E}} - 1 \right) \right|^2. \quad (29)$$

Тук L е разстоянието между детектора и източника, E е енергията на неутрината а $\Delta m_{ii}^2 = m_i^2 - m_1^2$.

Необходимо условие за наблюдаване на неутринни осцилации е

$$\Delta m_{ii}^2 \frac{L}{E} \geq 1. \quad (30)$$

От това условие се вижда, че експериментите по търсене на осцилации на неутрината са силно чувствителни към разликата в квадратите на масите на неутрината. (Например, реакторни експерименти от типа на KamLAND с $L \approx 100 \text{ km}$ и $E \approx 1 \text{ MeV}$ са чувствителни към $\Delta m^2 \cong 10^{-5} \text{ eV}^2$ и т.н.)

Поради интерференчния характер на изследваното явление и възможността експериментите да се проектират така, че параметърът L/E да има големи стойности, изследването на неутринните осцилации е особено чувствителен метод за измерване на малки масови разлики Δm^2 . Според нас това бе едно от главните достойнства на възможните осцилационни експерименти и същевременно мотивировка за провеждането им. Подобен подход се оказа успешен впоследствие. Разгледан е в нашия пръв обзор по неутринни осцилации, публикуван в 1977 г. [33]. Освен споменатите досега работи на Б. Понтекорво, Маки, Накагава и Саката и Б. Понтекорво и съавтори, по онова време имаше публикувани само още няколко работи по осцилации на неутрината ([34,35,36,37]).

Всеобщият интерес към проблематиката за масите на неутрината и тяхното смесване започна в края на 70-те години на миналия век. Той беше свързан с появяването на моделите за Велико обединение и механизма на «люлката» за генериране на маси на неутрината. Съществуването на ненулеви маси на неутрината започна да се разглежда като указание за нова физика, излизаша извън рамките на Стандартния модел. По това време бяха проектирани и започнаха работа специални експерименти за търсене на осцилации на неутрината с използването на реактори и ускорители. Теоретичното изследване през 70-те години на влиянието върху параметрите на осцилациите на средата, в която се разпространяват неутрината [38] и откриването на ефекта на Михеев-Смирнов-Волфенщайн през 80-те [39] оказаха важно въздействие върху развитието на областта.

5. Заключение

Всички съвременни експериментални данни за осцилации на неутрина, с изключение на резултатите от експеримента LSND, които се нуждаят от независимо потвърждение, се описват от схемата за смесване на три неутрина. За параметрите на осцилациите са получени следните значения [1,3,41]:

$$\begin{aligned} \Delta m_{21}^2 &= (8.2_{-0.5}^{+0.6}) \cdot 10^{-5} \text{eV}^2; \quad \tan^2 \theta_{12} = (0.40_{-0.07}^{+0.09}) \\ 1.9 \cdot 10^{-3} &\leq \Delta m_{32}^2 \leq 3.0 \cdot 10^{-3} \text{eV}^2; \quad \sin^2 2\theta_{23} \geq 0.90 \\ \sin^2 \theta_{13} &\leq 5 \cdot 10^{-2} \end{aligned} \quad (31)$$

Вижда се, че горните параметри удовлетворяват неравенствата:

$$\Delta m_{21}^2 \ll \Delta m_{32}^2; \quad \sin^2 \theta_{13} \ll 1 \quad (32)$$

От (32) следва (виж работа [42]), че интензивността на преходите $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ и $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_\tau$ зависи главно от стойността на Δm_{32}^2 , а тази на $\nu_e \rightarrow \nu_{\mu,\tau}$ и $\bar{\nu}_e \rightarrow \bar{\nu}_{\mu,\tau}$ превръщанията – от стойността на Δm_{21}^2 . Такава е съвременната картина на осцилациите на неутрината.

Главният въпрос, на който търсим сега отговор, е каква физика сме открили. Какво е значението на новооткритото явление? От моя гледна точка, за да отговорим на тези фундаментални въпроси трябва да са ни известни отговорите на следните въпроси:

1. Майоранови или Диракови частици са масивните неутрина?
2. Какъв е спектърът на масите на неутрината – йерархичен, обърнат, изроден и т.н.?
3. Колко е масата на най-лекото неутрино?
4. Колко масивни неутрина съществуват в природата? Има ли стерилни неутрина?

5. Каква е стойността на параметъра $\sin^2\theta_{13}$?
6. Каква е стойността на CP фазата?
7. Какви са точните значения на параметрите на осцилациите?
8.

Мисля си, че началният период на изследване свойствата на неутрината е завършен в основни линии. Въпреки че откриването на неутринните осцилации отне много години, в определен смисъл ние бяхме късметлии. Струва ми се, че следващите решаващи стъпки ще са по-трудни и ще изискват много повече усилия. Събраните досега данни ни позволяват да заключим, че изследването на свойствата на неутрината чрез безнеутринния двоен β -разпад ще е едно истинско предизвикателство. Ще бъде много трудно да наблюдаваме този процес, ако неутрината са Майоранови частици с иерархичен масов спекър, което е една правдоподобна възможност. Решаването и на другите проблеми ще бъде трудна задача. След откриването на осцилациите на неутрината, обаче, ние вече знаем какво да търсим, което е едно голямо преимущество.

Историята на неутринните осцилации е добра илюстрация за сложния и трънлив път на научното дирене:

- правилни по същество първоначални идеи могат да се основават на грешни предположения или да съществуват заедно с грешни постановки;
- смелите идеи по принципиални проблеми често се оказват правилни;
- принципът на аналогията е важно ръководно начало във физиката.

Ще завърша с един цитат от доклада на С. Л. Глешоу на конференцията „Неутринни телескопи“ във Венеция, март 2003 г. [43]:

„...Само ако можеше Бруно Понтекорво да види колко далеч сме стигнали в разгадаването на проблема с масите на неутрината и тяхното смесване! В далечната 1963 г. той бе един от първите, които разглеждаха възможността за осцилации на неутринните „аромати“. По тази причина матрицата на смесване при неутринните осцилации, аналог на матрицата на Кабибо-Кобаяши-Маскава би трябвало да се нарича ПМНС-матрица в чест на четиридесетте неутринни ясновидци Понтекорво, Маки, Накагава и Саката.“

¹ Лекция на Нобеловския симпозиум по неутринна физика, Хага Слот, Енкoping, Швеция; 19-24 август 2004 г., <http://www.arxiv.org/pdf/hep-ph/0410090>

² Често този тип се нарича „аромат“ на неутриното, по аналогия с „ароматите“ на кварките (бел. прев.).

³ Ще отбележим, че според Маки, Накагава и Саката δ е ъгълът на Кабибо.

Литература

- [1] Super-Kamiokande Collaboration, S. Fukuda *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **81**, 1562 (1998); S. Fukuda *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **82**, 2644 (1999); S. Fukuda *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **85**, 3999-4003 (2000). E. Kearns, Proceedings of 21th International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino 2004), 13-19 June 2004, Paris, France.
- [2] SNO collaboration, Q.R. Ahmad *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **87**, 071301 (2001); *Phys. Rev. Lett.* **89**, 011301 (2002); nucl-ex/0204008; *Phys. Rev. Lett.* **89**, 011302 (2002); nucl-ex/0204009; nucl-ex/0309004.
- [3] KamLAND Collaboration, T. Araki *et al.*, hep-ex/0406035, submitted to *Phys. Rev. Lett.*
- [4] B.T. Cleveland *et al.*, *Astrophys. J.* **496** (1998) 505.
- [5] GALLEX Collaboration, W. Hampel *et al.*, *Phys. Lett. B* **447**, 127 (1999); GNO Collaboration, M. Altmann *et al.*, *Phys. Lett. B* **490**, 16 (2000); *Nucl. Phys. Proc. Suppl.* **91**, 44 (2001).
- [6] SAGE Collaboration, J. N. Abdurashitov *et al.*, *Phys. Rev. C* **60**, 055801 (1999); *Nucl. Phys. Proc. Suppl.* **110**, 315 (2002).
- [7] Super-Kamiokande Collaboration, S. Fukuda *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **86**, 5651 (2001).
- [8] Soudan 2 Collaboration, W.W.M. Allison *et al.*, *Phys. Lett. B* **449**, 137 (1999).
- [9] MACRO Collaboration, M. Ambrosio *et al.*, hep-ex/0106049; *Phys. Lett. B* **517**, 59 (2001); M. Ambrosio *et al.*, NATO Advanced Research Workshop on Cosmic Radiations, Oujda (Morocco), 21-23 March, 2001.
- [10] K2K Collaboration, T. Nakaya, Proceedings of 21th International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino 2004), 13-19 June 2004, Paris, France.
- [11] B. Pontecorvo, *J. Exptl. Theoret. Phys.* **33**, 549 (1957) [*Sov. Phys. JETP* **6**, 429 (1958)].
- [12] B. Pontecorvo, *J. Exptl. Theoret. Phys.* **34**, 247 (1958) [*Sov. Phys. JETP* **7**, 172 (1958)].
- [13] E. Fermi, *Ricerca Scientifica* **2**, N12 (1933); *Z. Physik* **88**, 161 (1934).
- [14] F. Perrin, *C.R.* **197**, 1625 (1933).
- [15] G. Hanna and B. Pontecorvo, *Phys. Rev.* **75**, 983 (1949); S. Curran *et al.*, *Phil. Mag.* **40**, 53 (1949).
- [16] L.D. Landau, *Nucl. Phys.* **3**, 127 (1957).
- [17] T.D. Lee and C.N. Yang, *Phys. Rev.* **105**, 1671 (1957).
- [18] A. Salam, *Nuovo Cimento* **5**, 299 (1957).
- [19] C.S. Wu *et al.*, *Phys. Rev.* **105**, 1413 (1957).
- [20] M. Goldhaber, L. Grodzins and A.W. Sunyar, *Phys. Rev.* **109**, 1015 (1958).
- [21] R.P. Feynman and M. Gell-Mann, *Phys. Rev.* **109**, 193 (1958).
- [22] E.C.G. Sudarshun and R. Marshak, *Phys. Rev.* **109**, 1860 (1958).
- [23] R. Davis, *Bull. Am. Phys. Soc.* (Washington. meeting, 1959).
- [24] F. Reines and C. Cowan, *Phys. Rev.* **113**, 273 (1959).
- [25] G. Danby, J.M. Gaillard, K. Goulianos, L.M. Lederman, M. Mistry, M. Schwartz and J. Steinberger, *Phys. Rev. Lett.* **9**, 36 (1962).

- [26] B. Pontecorvo, *J. Exptl. Theoret. Phys.* **53**, 1717 (1967) [*Sov. Phys. JETP* **26**, 984 (1968)].
- [27] Z. Maki, M. Nakagava and S. Sakata, *Prog. Theor. Phys.* **28**, 870 (1962).
- [28] G. Feinberg, *Phys. Rev.* **110**, 1482 (1958).
- [29] M. Gell-Mann and Levi, *Nuovo Cimento* **10**, 705 (1960).
- [30] V. Gribov and B. Pontecorvo, *Phys. Lett. B* **28**, 493 (1969).
- [31] S.M. Bilenky and B. Pontecorvo, *Phys. Lett. B* **61**, 248 (1976) ; *Yad. Fiz.* **3**, 603 (1976).
- [32] S.M. Bilenky and B. Pontecorvo, *Lett. Nuovo Cimento* **17**, 569 (1976).
- [33] S.M. Bilenky and B. Pontecorvo, *Phys. Rep.* **41**, 225 (1978).
- [34] J. Bahcall and S. Frautschi, *Phys. Lett. B* **29**, 623 (1969).
- [35] H. Fritzsch and P. Minkowski, *Phys. Lett. B* **62**, 72 (1976).
- [36] S. Eliezer and A. Swift, *Nucl. Phys. B* **105**, 45 (1976).
- [37] S.M. Bilenky and B. Pontecorvo, *JINR Preprint E2-10032*, Dubna, 1976, Proceeding of Intern. Conf. on High Energy Physics, Tbilisi, July 1976.
- [38] L. Wolfenstein, *Phys. Rev. D* **17**, 2369 (1978); *Phys. Rev. D* **20**, 2634 (1979).
- [39] S.P. Mikheyev and A.Yu. Smirnov, *Yad. Fiz.* **42**, 1441 (1985) [*Sov. J. Nucl. Phys.* **42**, 913 (1985)]; *Il Nuovo Cim. C* **9**, 17 (1986); *Zh. Eksp. Teor. Fiz.* **91**, 7 (1986) [*Sov. Phys. JETP* **64**, 4 (1986)].
- [40] LSND Collaboration, A. Aguilar *et al.*, *Phys. Rev. D* **64**, 112007 (2001); hep-ex/0104049.
- [41] CHOOZ Collaboration, M. Apollonio *et al.*, *Phys. Lett. B* **466**, 415 (1999).
- [42] S. M. Bilenky, C. Giunti and W. Grimus, *Prog. Part. Nucl. Phys.* **43**, 1 (1999); hep-ph/9812360.
- [43] S.L. Glashow, Proceedings of the 10th International Workshop on Neutrino Telescopes, Venice, Italy, 11-14 Mar 2003, vol. 2, p. 611; hep-ph/0306100.

ПОСЛЕПИС В ПАМЕТ НА ДОЧО ФАКИРОВ (1932-1984)

В Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна (Русия) в продължение на много години съм имал изключително добри професионални и човешки взаимоотношения с много учени от България. Някои от моите студенти-българи станаха известни физици. Специално бих искал да спомена С. Пецов, Е. Христова и Н. Неделчева.

Дочо Факиров беше мой близък приятел. Той често идваше в Дубна. Няколко пъти съм бил в България и познавах много добре съпругата му Виоле-



та, сина и дъщеря му. Често обсъждахме различни проблеми, свързани с физиката, особено що се отнася до физиката на неутрината, от която и двамата живо се интересувахме.

Дочо е един от пионерите в областта на неутрината. Той беше първият български физик, който започна да работи по неутринната проблематика. През 1958 г., четири години преди първият експеримент с ускорител на неутрина да бъде осъществен в Брукхейвън, Дочо изчисли очакваната интензивност на неутринния сноп от ускорителя, оптималното разстояние между ускорителя и детектора и теглото на детектора, което би позволило да се наблюдават неутринни събития. Това беше темата на дипломната му работа, която бе написана под наблюдението и напътствието на академик М. Марков. За съжаление трудът на Д. Факиров не е особено познат – той не бе публикуван в известно списание, нито представен на международни конференции.

Дочо беше човек с много богата обща култура. Той обичаше книгите и библиотеката му бе подбрана с много вкус.

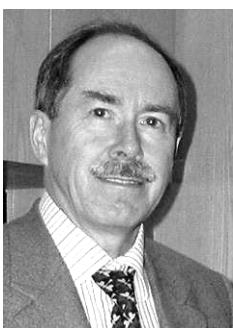
Дочо Факиров почина твърде рано и нямаше възможността да бъде свидетел на големия успех на физиката на неутрината, по-конкретно неотдавншното откриване на неутринните осцилации, феномен, който сме обсъждали с него много пъти през седемдесетте и осемдесетте години на миналия век.

Аз винаги ще помня Дочо, един голям физик и скромна личност с топла и светла усмивка.

Бел. Ред. Редколегията на сп. „Светът на физиката“ благодарят на акад. М. Матеев и на д-р Д. Стаменов за съдействието им при набавянето на текста и на д-р Кирилова и д-р Чижов за старателния превод.

ТЕОРИЯ НА ВСИЧКОТО?

През втората половина на живота си Айнщайн търси обединена теория, която да разшири общата теория на относителността и да бъде алтернатива на квантовата теория. Днес се говори за ‘теория на всичкото’ (макар че самият Айнщайн никога не е използвал този израз). Петдесет години след неговата смърт колко близо сме до такава теория?



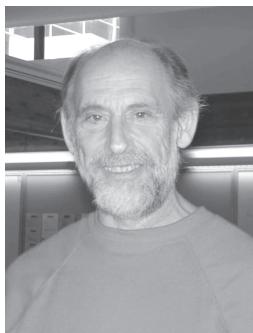
Герард ‘т Хуфт (Университета на Уtrecht, Холандия. Нобелов лауреат за 1999):

От историята на физиката съм научил, че обикновено най-ярките постижения стават, когато съществуващите теоретични възгледи се изправят пред конфликт, когато наблюдаваните явления видимо противоречат на логиката. Така става, когато Макс Планк изследва проблем, свързан със статистическите свойства на лъчението, и така са заложени основите на квантовата механика. Същото се случва, когато Айнщайн задава въпроси относно наблюдатели, движещи се със скоростта на светлината – това довежда до теорията на относителността. В по-скромен машаб проблем, свързан с неутрални токове при слабите взаимодействия на частиците, доведе до предсказанието на очарования кварт.

Историята има навика да се повтаря, но не по предсказуем начин. Затова даже ако днес сме изправени пред подобни проблеми, знаем ли къде ще ни изведат те? В днешно време нашата най-изпъкваща трудност е свързана с примиряването на общата теория на относителността и квантовата механика. И един от реалните парадокси е малката стойност на космологичната константа. Съществуват също концептуални трудности, свързани с черните дупки или, по-точно казано, с онова, което става, когато гравитационната сила разкриве прословутата си неустойчивост.

Преди време възнамерявах да напиша статия, озаглавена *200 неверни теории за обяснението на космологичната константа*, заедно с 200 цитата, но така и не намерих търпение да прочета всичките тези статии. Убеден съм, че този проблем, както и проблемът на черните дупки, ще изисква много по-радикален подход. Много от моите колеги, а особено струнните теоретици, очакват, че окончателните закони на физиката ще съдържат някакъв вид логика, която е още по-загадъчна и по-екзотична от тази на квантовата механика. Аз обаче ще бъда доволен само ако тази логика се окаже напълно праволинейна. Подозирам, че приетата интерпретация на квантовата механика ще трябва да се ревизира. Не твърдя, че квантовата механика е грешна

или непълна. Но съм убеден, че една окончателна теория няма да съдържа никакви елементи на стохастичност. Тук заставам до Айнщайн, който винаги е подозирал, че истинските уравнения на природата не биха допуснали в тях да има хазарт.



Ленард Съскайнд (Станфордски университет, Калифорния, САЩ):

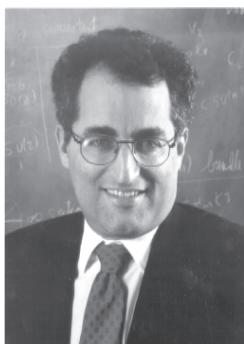
Физиката, каквато я познаваме, претърпява радикално изменение. Центърът на физиката от 20 век – строежът на материията – се измества към строежа на Вселената. Физиците задават (и се надяват да намерят отговора на) нови видове въпроси. Вместо да питаме какви са законите или уравненията на физиката и как да ги решаваме, ние разсъждаваме защо законите на физиката са такива, каквите са, и да питаме дали те могат да бъдат други. Биха ли могли нещата да са различни в други части на една много по-голяма вселена, отколкото сме си я представяли? Защо законите и константите на природата са така добре хармонизирани със съществуването на живота? Случайно ли е това или тук има някаква закономерност?

Схващанията по тези въпроси са твърде противоречиви. Физиците теоретици винаги са вярвали, че фундаменталните закони на физиката – тези на физиката на елементарните частици – трябва да са еднозначно определени от вътрешната съгласуваност на някаква особено пристрастна математическа теория. Такава теория би обяснила не само защо протонът и неutronът са около 1800 пъти по-тежки от електрона, но също би обяснила и самата себе си; не е възможна никаква друга теория. Нещо повече, в съответствие с това схващане удивителните съвпадения, които изглеждат така невероятно съгласувани, така че да съществува животът, са точно щастливи съвпадения.

Мнозина физици се надяваха, че струнната теория ще се окаже математическият „сребърен куршум“, който по уникален начин ще обясни нашия свят. Но колкото повече научаваме за космологията и колкото повече научаваме за струнната теория, толкова по-невероятно изглежда това. Експерименталната космология ни даде аргументи да вярваме в две неща: че Вселената е значително по-голяма от 10-те милиарда светлинни години, които можем да видим с нашите астрономични инструменти; и че поне една природна константа, така наречената космологична константа, е по абсурден начин съгласувана (с над сто десетични знака) с интервала от стойности, при които могат да възникват галактики, звезди и живот. Обаче късметът изневерява на теоретиците на струните и, както изглежда, тяхната собствена теория има толкова много решения, че съществува цяла „панорама“ от възможности.

Конкурентният възглед – който физиците обикновено никак не харесват,

но може да им се наложи да го възприемат сериозно, – е, че Вселената е ужасно голяма и е напълнена с малки ‘джобни вселени’, всяка със своите особени елементарни частици, сили и природни константи. Към това схващане, както изглежда, ни тласкат както наблюдателната космология, така и струнната теория. Ако е така, тогава обяснението на някои аспекти на природата би било, че животът, какъвто го познаваме, може да съществува само в онези области, където условията са подходящи. Кой е прав? Да се надяваме, че времето ще покаже.



Едуард Уиттън (Институт за авангардни изследвания, Принстън, Ню Джързи, САЩ):

Общоизвестно е, че Айнщайн посвещава цялата втора половина от живота си на опитите да обедини природните сили. За Айнщайн това означаваше да се обединят електромагнетизъмът и гравитацията – единствените сили, които той смята за истински фундаментални. Днес ние прибавяме към тях силните и слабите взаимодействия като равноправни партньори. Нашата цел е да обединим общата теория на относителността – Айнщайновата теория на гравитацията – и квантовата теория на полето, тъй като последната е рамката, в която ние имаме разбиране за другите три сили.

Съществува ли такава обединена теория? Можем ли да я открием? Или може би търсенето ще продължи до безкрайност, като всяка крачка напред ще ни натъква на нова загадка? Ако съществува обединена теория и ние я открием, ще можем ли да осъществим достатъчно решаващи експерименти и изчисления, които да потвърдят нейната правилност? Ще позволи ли обединената теория да се изчислят безразмерните константи, които наблюдаваме в природата, или стойностите на тези константи зависят от избора на решение на обединената теория на полето? Различни ли са те в различни части на Вселената?

Едно от малкото неща, които наистина знаем, е, че при струнната теория физиците теоретици като че ли намират онова, което прилича на обединена теория на полето. Тя модифицира понятията на квантовата полева теория и изисква от нас да обединим гравитацията и квантовата теория. Тя може по естествен начин да обхване стандартния модел във физиката на елементарните частици. Но тя като че ли винаги се изпълъзва от пълното разбиране, независимо от постигнатия напредък. За около трийсет години на интензивни изследвания струнната теория създаде забележителен инструментариум от богати идеи, намерили силен отзив в различни области на физиката и математиката. Но тя непрестанно озадачава специалистите в тази област.



Масатака Фукудоме (Институт по космични лъчи, Токийски университет, Токио, Япония):

Космолозите вече постигнаха задоволително разбиране за глобалната еволюция на Вселената и за възникването на нейната структура, въпреки че три фундаментални компоненти в теорията – тъмната материя, космологичната константа и инфлацията (или скаларното поле, което индуцира инфлацията) – все още са хипотетични. Как при това положение можем да мислим за ‘теория на всичкото’?

На нас вероятно няма да ни е необходима такава теория, за да отговорим на проблема за тъмната материя – надеждата е, че експериментите непосредствено ще разкрият природата на тази материя. Съществуването на космологичната константа, или на вакуумната енергия, има фундаментални последствия за физиката. Ако една теория на всичкото не би имала да ни каже нищо определено относно тази енергия, това вероятно ще е най-значителният резултат. Тогава няма да е нужно да се притесняваме относно нейната произволна стойност (и ще можем без колебание да се позовем на антропния принцип). А, може би, теорията на всичкото съдържа компромисно решение с динамично изменяща се енергия на вакуума.

Инфлацията създава семето на космическата структура и много красиво се съгласува с последните наблюдателни данни. Но моделът все още не се разбира добре и този проблем е тясно свързан с теорията на всичкото. Напредъкът в тази област ще зависи от развитието във физиката на елементарните частици и би трябвало да доведе до модел, който е в състояние да предскаже правилната големина на космологичните флуктуации. За съжаление обаче космологията не дава особен принос за построяването на теория на всичкото, макар че последната би могла да разреши някои важни проблеми на космологията. Ще гледаме и ще чакаме!



Лайза Рандъл (Харвардски университет, Кеймбридж, Масачузетс, САЩ):

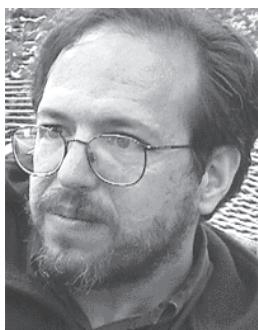
Търсенето на обединена теория е амбициозна задача. Крайната цел е да се стигне до проста и елегантна обединяваща теория – такава, която може да предскаже резултата от всеки един експеримент. Но природата проявява само част от простотата, която тази теория се предполага да съдържа. Обединената теория ще трябва да свързва една ограничена формулировка с нашия очевидно значително по-сложен свят.

Това означава, че даже ако в основата на физическата реалност стоят прости принципи, ще са необходими значително по-развити теоретични идеи, за да се

свържат тези принципи с действителните физически явления. Това не е непременно нещо лошо: едно от най-интересните предизвикателства във физиката е да се разкрият такива връзки. Но това не означава, че една истински обединена теория вероятно ще съдържа някои усложнени елементи. Например симетрията е съществена за простотата на красивото теоретично описание на слабите ядрени взаимодействия. Но тази симетрия се нарушава от състоянието на Вселената, в която ние живеем. Основната теория е прости и обединява слабите взаимодействия и електромагнетизма, но реалността е по-сложна. Нужни са нови експериментални резултати, за да завършим историята.

Струнната теория, която обхваща както квантовата механика, така и гравитацията, се стреми да бъде обединена теория. Но, за да изведат свойствата на света, в който живеем, теоретиците трябва да направят предположения относно различни параметри. Отначало струнните теоретици се надяваха, че самата теория на струните ще продиктува тези параметри. Но това изглежда все по-малко вероятно. Значително по-възможно е да не съществуват достатъчно правила, които да предскажат всичките параметри на нашия свят.

Физиката се промени драматично през годините, когато узнахме какви физически принципи са валидни при високи енергии и малки мащаби на дължините. Новата информация от предстоящите експерименти, каквито са тези в Големия адронен колайдър в СЕРН, Швейцария, биха могли да помогнат за откриването на нови ръководни принципи. Напредъкът ще се определя от връзката между някои любопитни черти на тези експериментални резултати с изводите на различни теории, каквато е струнната теория. Не знам дали някога ще знаем всичките отговори и дали ще стигнем до уникална обединяваща теория. Но вярвам, че ще продължаваме да напредваме към по-задълбочено разбиране на фундаменталните природни закони.



Лий Смолин (Институт Периметър, Уотърлу, Онтарио, Канада):

Не ми харесва изразът ‘теория на всичкото’. Той е арогантен и прави внушението, че всичко, което ни остава да направим, е да пакетираме света, такъв какъвто го познаваме, в една-единствена теория. Но аз съм убеден, че напредък ще бъде постигнат с откриването на едно по-дълбоко и по-общо разбиране на познатите ни явления.

Може ли да бъдат обединени квантовата теория и общата теория на относителността? Първата стъпка към тази цел е да изобретим общ език и теория, в които принципите на общата теория на относителността и на квантовата теория работят съвместно и съгласувано. Добрата новина е, че теория с такъв профил е намерена: тя се нарича примкова кван-

това гравитация. Това не означава, че е отговорено на всички въпроси относно тази теория или че тя според нас действително описва природата. Но тя е съгласувана, добре дефинирана теория, която действително произтича от комбинирането на принципите както на квантовата теория, така и на общата теория на относителността. В частност тя идеално осъществява въплътения в Айнщайновата теория основен принцип, че пространството и времето са динамични и се съотнасят с изменениета на материята, а не са фиксирали като фон. Теорията прави важно ново предсказание, съгласно което пространството, подобно на атомите, има дискретна структура и предсказва също така детайлите на тази структура. Посочената дискретност може да бъде подложена на проверка в реални експерименти, които вече се поставят.

Една следваща стъпка ще бъде да се открие общ първоизточник за геометрията на пространство-времето и на квантовите явления, така че те наистина да се обединят. В такава една теория отначало не би имало нищо, което да се различава било като пространство, било като квантова физика: те ще възникнат като приблизителни описания, точно както температурата и налягането възникват от статистиката на движенията на големи съвкупности от атоми. Такава теория не съществува, но вече са направени някои първи стъпки към нейното формулиране.



Джон Стачъл (Физически факултет към Бостънския университет, Бостън, Масачузетс, САЩ):

Две години, след като завършила своята специална теория на относителността, Айнщайн вече се залавя с обобщението на тази теория, което да включва гравитацията. Той бързо осъзнава, че еквивалентността на гравитационната и инерчната маса е ключът към разбирането на гравитацията. За да бъде въведен този ‘принцип на еквивалентността’, трябва специалната теория на относителността да бъде заменена с обобщена теория на относителността и гравитацията, в която инертността и гравитацията са обединени и не съществуват привилегирани отправни системи.

Към 1915 г. Айнщайн вече е построил общата теория, в която всички пространствено-времеви структури стават динамични полета. Това е твърде забележителен извод. Всички други успешни квантови теории – конкретно нерелативистката квантова механика и специално-релативистката квантова теория на полето – включват някаква кинематична фонова пространствено-времева структура – сцената, на която се разиграват динамичните драми. Обаче не съществува кинематика, която да не зависи от динамиката; в този смисъл общата относителност е теория, която не зависи от никакъв фон.

Така че опитите да бъде създадена квантова теория на гравитацията се

натъкват на следния проблем: трябва ли да се откажем от фоновата независимост, за да квантуваме гравитацията? Този избор беше направен (поне досега) в пертурбационната теория на струните, където е въведен фон – плоско пространство-време с десет, единайсет или каквото и да е друго измерение, – след което се прилага вариант на процедурите, използвани в (специално–релативистката) квантова теория на полето, за да се квантства струната в този фон (възбудените състояния на квантуваната струна представляват частици).

Но в теорията на примковата квантова гравитация се твърди, че не само е възможно, но даже е задължително да се формулира независима от фона квантова теория на гравитацията, за да не се загуби най-същественото свойство на общата относителност. Вярвам, че ако този подход се окаже възможен и физически плодотворен, тогава формулировката на първата фоново независима физическа теория може да се сметне за най-великото постижение на Айнщайн.



Карло Ровелли (Центрър за теоретична физика, Марсилски университет, Марсилия, Франция):

В историята на физиката често пъти се е ширело мнението, че почти всичко е известно или че ‘теорията на света’ е на наше разположение; нака е било например след откритията на Нютон или на Максуел. Винаги това е очевидна глупост. Лично аз намирам по-скоро за фантазиране идеята, че сме близо до окончателна ‘теория на всичкото’.

Големият теоретичен въпрос е как да формулираме квантовата теория на полето така, че да се съгласува с основа, което сме научили от общата относителност, а именно с фоновата независимост.

Съществуващите за момента теории, каквито са примковата гравитация, струните или некомутивната геометрия, са дръзки опити, които заслужават да бъдат продължени, но са отчайващо непълни. Примковата гравитация няма никакви амбиции да е теория на всичко: тя е просто фоново независима теория на квантовото пространство-време. В струнната теория фоново независимата формулировка изглежда все така далечна. Най-същественото е, че нито една от тези спекулативни теории не е получила каквато и да е емпирична подкрепа от експеримента. Нещо по-лошо, явления като разпад на протона, суперсиметрични частици и признания за допълнителни размерности бяха предсказани, но досега не са се появили.

Рядко някога сме били по-далече от теория на всичкото. Допускането, че бихме могли да сме близо до нея е общата грешка на всички, които смесват собствените си очаквания с идеята за окончателна истина.



Джордж Елис (Математически факултет в Университета на Кейптаун, ЮАР):

Трябва да се прави разлика между теория на фундаменталните сили, полета и частици, която обединява гравитацията с всички други сили, и една истинска теория на всичкото. Ключовият въпрос е кои изисквания на първата я правят теория на всичкото в действителен смисъл, т.е. теория, която може да обясни както фундаменталната физика, така и начина, по който от тази фундаментална физика могат да възникват същности с истинска сложност, включително и човешките същества.

Беше направено предположението, че само 5 от 20-те параметъра на стандартния модел определят дали може да възниква сложност. Проблемът за всяка по-фундаментална теория е да обясни защо тези пет параметъра се намират в частта от параметричното пространство, която е благоприятна за възникването на живота. Ключовото напрежение се състои в следното: крайната цел на стремежа към ‘теория на силите и частиците’ е да се изведе по еднозначен начин основополагаща теория без изобщо никакви свободни параметри в нея. Но не може да се посочи никаква причина, поради която такава теория да доведе до физика в малкото пространство на възможностите, която би позволила да съществува живот. Ако това може да се случи, тогава това твърде необикновено съвпадение (симетриите на фундаменталната физика и вариационните принципи неизбежно да водят до съществуването на живот) ще се нуждае в още по-голяма степен от даже по-фундаментално обяснение. А съвсем неясно е как да се достигне до такова обяснение в рамките на самата физика.

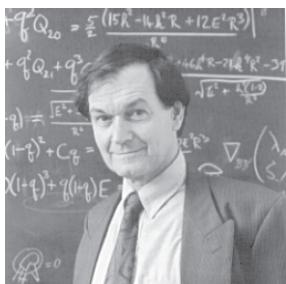
Може да се окаже по-полезно да имаме не свободна от параметри фундаментална физическа теория, а по-скоро семейство теории с променливи ефективни параметри (може би поради огромното разнообразие от възможни вакуумни състояния). Тогава бихме могли да обясним антропното съвпадение било като селекционен наблюдателен ефект (наблюдателите съществуват само във вселени, които допускат живота), било като селекционен физически ефект относно видовете вселени, които могат да възникнат с най-голяма вероятност, както е по идеята на Лий Смолин за квазидарвинови еволюционни процеси, определящи кой да бъде най-вероятният космологичен резултат.



Стивън Уайнбърг (Физически факултет на Тексаския университет в гр. Остин, Тексас, САЩ. Нобелов лауреат за 1979 г.):

Не харесвам термина ‘теория на всичкото’, защото той внушава, че трябва да съществува някаква теория, която, след като бъде открита, веднага ще разреши всички научни проблеми. Ясно е, че няма такова нещо. Но наистина вярвам, че може да бъде открита теория, която аз наричам ‘окончателна’; това трябва да е единствена и прости

теория, която довежда всички наши обяснения, колкото е възможно по-далеч. Може би греша за това, но няма как да узнаем, без да опитаме да открием такава теория.



Роджър Пенроуз (Институт по математика, Оксфордски университет, Оксфорд, Великобритания):

Винаги ме е смущавала фразата ‘теория на всичкото’. В нея има определена аrogантност на физиците, защото нейното внушение е, че щом знаем всички физически закони, ние ще знаем, поне по принцип, всичко за света. Може ли една физическа теория на ‘всичкото’ да включва в себе си теория на съзнанието? Може ли тя да съдържа теория на морала, на човешкото поведение или на естетиката? Даже ако нашето схващане за наука се разшири до степен да включи всичките тези неща, ще гледаме ли на това като на ‘физика’ и ще имаме ли сводимост към физиката?

Колкото се отнася до мен, аз вероятно притежавам достатъчно аргантност като физик, за да вярвам, че една физическа ‘теория на всичкото’ би съдържала най-малкото зародишите на обяснението за същността на явленietо съзнание. Струва mi се, че това явление е толкова фундаментално, че то не би могло да бъде само една случайна проява на сложността на мозъчните функции. Именно тази изтънченост на функциите позволява на мозъка да вниква все по-дълбоко в механизмите на Вселената – нещо недостъпно за обикновените физически системи. Но ако е така, това значи, че ние сме значително по-далеч от правилното разбиране на природните закони, отколкото повечето физици са склонни да вярват.

В действителност, независимо от въпроса за съзнанието, по мое мнение, ние изобщо не сме близо до никаква точна, чисто физическа теория на всичкото. Намирам за удивителен факта, че по мнението на много физици въпреки липсата на някои детайли и обединяващи концепции ние знаем практически всичко, което е необходимо за описание, поне по принцип, на детализираното физическо поведение на системите. Обаче в съвременната физическа теория съществува най-малкото една съществена празнина. Въпросът е как микроскопските квантови процеси могат да се сумират, за да се стигне до големи и сложни системи с почти класическото поведение на макротелата. Тук не става дума просто за никакъв пропуск, а за реална и фундаментална несъгласуваност, която понякога се свързва с парадокса на измерването (или на Шрьодингеровата котка). Според мен, докато този парадокс не бъде разрешен, ние ще оставаме много далеч от една физическа теория на всичкото – независимо дали такава теория съществува или не.

(*A theory of everything?* Nature, vol. 433, 20 Jan. 2005, pp. 257-259. Статията е посветена на Световната година на физиката)

Превод: Михаил Бушев

ЕДНА НОВА АНАЛОГИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧНИТЕ МЕМБРАНИ С ТЕЧНИТЕ КРИСТАЛИ: БИОЛОГИЧЕН ТЕРМООПТИЧЕН ЕФЕКТ

Гйозо Гараб*

Биологичните мембрани играят ключова роля в живота. Клетъчните мембрани представляват разделителни прегради между външната и вътрешната среда, а по този начин – между живата и неживата материя; те заедно с това разделят различните клетъчни органели, които изпълняват различни функции. Повечето биомембрани са също така отлични изолатори, което е извънредно съществено за енергопреобразуващите мембрани: в тяхното възбудено състояние те трябва да съдържат напречно на мемраната електрично поле от порядъка на 10^5 V/cm и DpH от 2-3 единици.

Основните функции на биологичните мембрани са свързани с общата за тяхната структура организация на техните липидни молекули в бислой. Бислойната мембра притежава свойствата едновременно на течно и на твърдо тяло, а физическите им свойства са в известен смисъл уникални. Липидните молекули, образуващи бислоя, могат да се прехълзват една спрямо друга успоредно на своята надлъжна ос, но не могат да се движат във вертикално направление. Подобни ограничения има и върху ротационната степен на свобода на липидната молекула. Всяка липидна молекула може да се върти само около своята надлъжна ос. Следователно липидните бислоеве могат да се разглеждат като вид течен кристал. Тази идея се оказа полезна за изясняване на организацията, структурата и структурната динамика на липидните слоеве, а по такъв начин и за по-доброто разбиране на биологичните мембрани.

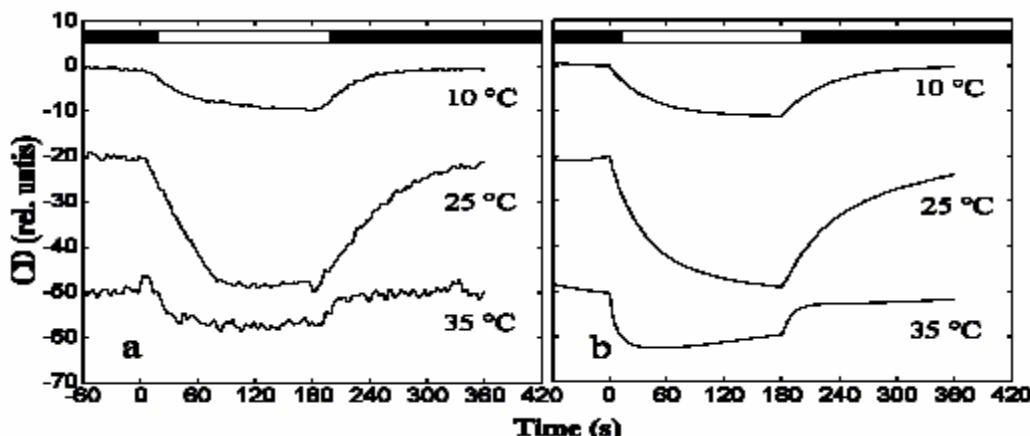
Биологичните мембрани съдържат също така белтъци и големи белтъчни комплекси, които изпълняват биологични функции. Според така наречения течно мозаичен модел на Сингър-Никълсън мембранныте белтъци също са ограничени в равнината на мемраната, но могат свободно да дифундират латерално. (В този модел белтъците представляват мозайката в течния липиден бислой). Но тъй като белтъчното съдържание на мембраниите може да бъде относително високо, свойствата им не се определят непременно от свойс-

*Професор Гйозо Гараб е ръководител на лабораторията по мембранны енергетика към Института по биология на растенията в Унгарската академия на науките, гр. Сегед. През октомври 2004 г. проф. Гараб, като гост на БАН по линия на междуакадемичното сътрудничество, изнесе няколко лекции. Настоящата статия е съкратен вариант на една от тези лекции. – *Бел. ред.*

твата на течно-кристалния липиден бислой. В действителност белтъчното съдържание във всички енергопреобразуващи мембрани, т.е. във фотосинтетичните, митохондриалните и ретинални мембрани, може да стига до 70-80 %. Поради това е очевидно, че свойствата на енергопреобразуващите мембрани се определят не толкова от липидите, колкото от белтъците.

Изследванията върху хлоропластни тилакоидни мембрани показват, че мембрани с много високо белтъчно съдържание проявяват няколко ясно различими свойства, присъщи на течните кристали. Така например тези мембрани могат да се ориентират в магнитни полета от около 0.5 Т. Това се дължи на тяхната силна диамагнитна анизотропия, която напомня някои течни кристали. Трябва обаче да се посочи, че самото подреждане се различава от това в течните кристали. Поради своята анизотропна магнитна възприемчивост нематичните течни кристали претърпяват ориентационни деформации; цели хлоропласти в суспензия се подреждат по такъв начин, че техните тилакоидни мембрани се стремят да се ориентират с нормалата си по посоката на вектора на полето. Подобно на повечето течни кристали тилакоидните мембрани могат също с лекота да се подреждат във външни електрични полета с интензитет 10 V/cm, но и тук се подрежда цялата система от органели или мембрани, без да има вътрешни пренареждания. Същото се отнася за подреждането в линейно поляризиран сноп от оптични туизъри, т.е. за тяхното подреждане във външни полета с оптична честота, което се облекчава от силното двойно лъчепречупване на границите на хлоропластите. Тези реакции на мембрани спрямо външни полета произтичат от организацията на белтъците в макрододеми с далечен порядък. Действително изолираните ламеларни агрегати на ССКII, основната пигмент-белтъчна съставка на тилакоидите, разкриват по същество същите свойства. (ССКII, светосъбиращият хлорофил a/b белтъчен комплекс, свързан с фотосистема 2; отговорен за поглъщането на светлината и за пренасянето на енергията на възбуждане към фотохимичните реакционни центрове; съставящ около половината от белтъчното съдържание на фотосинтетичните мембрани). Подобно на някои класове течни кристали, при ламеларни агрегати на изолиран ССКII и при тилакоидни мембрани се наблюдават големи сигнали на кръгов дихроизъм (КД), които се дължат на далечния хидален порядък на хромофорите. Следователно, както беше заключено по-рано, хлоропластните тилакоидни мембрани имат много общи черти с течните кристали. Това е забележителен извод, като се има пред вид сложността на мембрани, които съдържат повече от 150 различни белтъци и около двадесет различни липиди, принадлежащи към четири липидни класа. Макар че точна класификация едва ли е възможна, наличните данни сочат най-близко сходство с усукани нематици; този въпрос и особено произходит на големия КД се изследва от гледна точка на структурните параметри и на знанията за течните кристали.

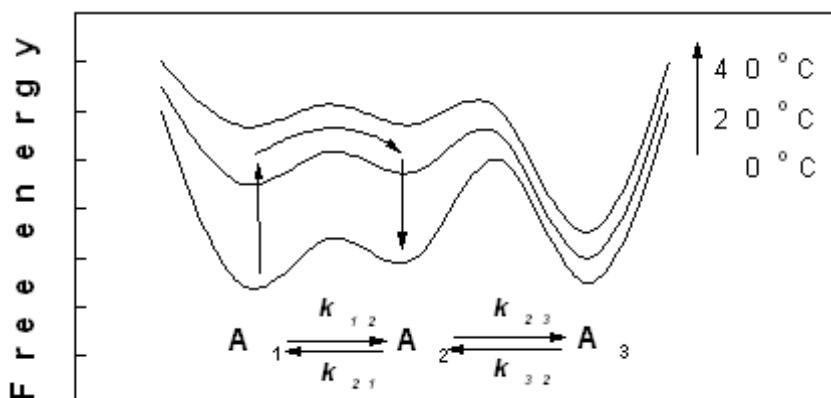
При все че статичните свойства също представляват значителен интерес, тилакоидните мембрани, както е при всички живи тъкани, показват съществена структурна гъвкавост и последната също е от значение за изясняването на техните функции. В това отношение особено полезно е схващането за двумерна течност, но то не е достатъчно за обяснението на някои неотдавнаши наблюдения. Забележително е, че тилакоидните мембрани претърпяват светлинноиндуцирани обратими структурни промени, установени посредством ДКД, които оказват влияние върху далечния хидален порядък на хромофорите. По най-неочакван начин тези изменения се оказаха практически независими от фотохимичната активност на тилакоидите и са приблизително линейно пропорционални на светлинния интензитет над насищането на фотосинтезата – едно потенциално извънредно важно свойство от гледна точка на механизмите на адаптация в условията на светлина с висок интензитет. Показано е, че изолираните ламеларни агрегати на ССКII също имат способността да претърпяват подобни изменения (Фиг. 1). Има данни, че в ССКII липидите играят ключова роля, като за нея се изисква наличието на двумерна матрица и, може би, конформационна свобода на липидните молекули. Това навежда на мисълта, че част от структурната гъвкавост на тилакоидната мембра на „заета“ от нейните основни липид-белтъчни ансамбли. Тези данни изключват възможността за „фотосинтетични механизми“ и говорят за наличието на някакъв неизвестен досега фотофизичен механизъм. Що се отнася до природата на структурните промени, беше показано, че светлината индуцира: (i) разстиковане на тилакоидните мембрани, последвано от (ii) латерално разместяване на макрodomените и (iii) мономеризация на ССКII тримерите. Колкото до физическия механизъм, лежащ в основата на тези преобразувания, тук отново течните кристали ни идват на помощ. В това отношение трябва да отбележим, че светлинноиндуцираните промени се стимулират от допълнителното възбудждане, кое-то не се използва за фотосинтеза. Това навежда на мисълта за ролята на дисипацията на енергия и на локалните термични ефекти. Подобни промени в течните кристали бяха открити през 1980-те години и през последните години бяха изучени в дълбочина. Термично индуцираните текстурни изменения бяха идентифицирани в различни течни кристали, а термооптичните изменения в течни кристали намериха приложения в голям брой интересни технически изобретения, каквито са сензорите, превключвателите и т.н. В течните кристали локалните температури обикновено се индуцират с помощта на лазерно лъчение, а измененията, индуцирани от топлината в облъчвания обем, могат най-непосредствено да се наблюдават посредством измерване на показателите на пречупване. Този механизъм, а по-точно казано неговият основен принцип, че локалното нагряване, дължащо се на дисипацията на светлинна енергия, може да индуцира ясно различими структурни промени, би могъл да бъде приложен към тилакоидните мембрани.



Фиг. 1. Типични кинетични криви от светоиндуцирани обратими изменения в PSII-тип КД ивица при 495 нм на ламеларни агрегати на изолирани ССКП при различни температури (тъмните и светлите периоди са означени с тъмни и светли ивици (подобна кинетика се наблюдава в нативните тилакоидни мембрани). Експерименталните данни (лявата графика) се симулират с помощта на прост термооптичен модел (дясната графика).

Термооптичният механизъм в тилакоидните мембрани е основан върху „възникването“ на топлинен пакет, дължащ се на дисипацията на излишъка от възбуддане, който не се използва за фотосинтезата. (При тилакоидите това става обикновено при осветяване над насищането на фотосинтезата, при светлинен интензитет над $100-200 \text{ W/m}^2$; докато за изолиран ССКП цялата погълната светлина е в излишък). Може да се пресметне, а и някои измервания показват добро съответствие с простите моделни изчисления, че дисипацията на червен фотон във вода (чиято специфична топлина е по-голяма от тази на мембрани) за куб с обем 1 nm^3 води до топлинен скок приблизително 70°C . Този топлинен излишък много бързо се разпространява в околната среда, т.е. преминава в среда с практически неограничен топлинен капацитет. Поради това трябва да се подчертва, че дисипацията на излишъка от енергия на възбуддането, с изключение на възбудданията с извънредно висок интензитет, не води до увеличение на температурата на образеща като цяло. При все това, както сочат някои прости изчисления за топлопроводимост и някои измервания на ултрабързи абсорбционни преходи, в близката околност на дисипацията и за кратък интервал от време могат да възникнат значителни по големина топлинни преходи: в радиус $1-2 \text{ nm}$ може да възникне топлинен преход с продължителност $10-20 \text{ ps}$ и с амплитуда около 10°C . Топлинни преходи с такъв произход могат да индуцират елементарни структурни промени. Такъв вид структурни промени могат да възникнат, ако около мястото на дисипацията има вътрешна термична неустойчивост в структурата. В повечето структури и особено в системите, съдържащи ССКП, има

ясно различими структурни промени, които могат да се индуцират посредством повишаване на температурата над физиологични температури, но под температурата на денатурация. Забележително е, че поради наличието на „вградена“ термична неустойчивост в (макро) ансамбъла от комплекси локалният топлинен поток води до структурни изменения, които са твърде сходни с тези, индуцирани от повишената температура. Въз основа на това поведение беше предложен прост математически модел (Фиг. 2), който обяснява основните резултати и по-специално особените зависимости на структурните промени от температурата и от интензитета на светлината, предизвикани от този биологичен термооптичен механизъм.



Фиг. 2. Същност на термооптичния механизъм:

Бързи локални термични неустойчивости. Елементарни структурни преходи, индуцирани от топлинния пакет (при условие, че има „вградена“ топлинна неустойчивост). Термооптичният механизъм позволява да се появяват локални обратими неустойчивости, без да се повлиява цялостната структура.

Термооптично индуцираните структурни изменения придават съществена локално структурна гъвкавост на молекулните (макро) ансамбли, които иначе притежават голяма устойчивост и твърдост. Има данни, които убедително потвърждават ролята на термооптично индуцираните структурни промени в определени ензимни и светлинни регуляции на светосъбиращата система и в светлинната адаптация и фотозащита на растението. Детайлите на молекулните механизми, местата на дисипация, механизъмът на топлопроводимост, както и участието на молекули в процесите, следващи вътрешните конверсии, са в ход на проучване и, както показва досегашният опит, можем да се надяваме, че изобилието на информация относно подобни явления в течните кристали ще осигури правилни ориентирни в тази област на изследванията.

Превод от английски: М. Христова

АНРИ ПОАНКАРЕ (1854-1912)

Иван Тодоров

*Днес името на Айнщайн е известно почти всекому,
името на Поанкаре – почти никому.*

Преди сто години е било обратното.

Freeman Dyson [D 03]



Национален герой на Франция, автор на около 500 научни труда, които му завоюват световно признание, и на няколко ползващи се с успех книги за широк кръг читатели, приживе, Поанкаре е бил наистина знаменит. Когато през 1905 международно жури му присъжда – единодушно – новоучредената награда (на Унгарската академия) на името на Бояй „за най-значителен принос в математиката през последните 25 години“ единствен негов съперник е бил Давид Хилберт (1862-1943), наследник на Гаус и Риман в Гьотинген, получил през

1910 втората от наградите „Бояй“ – по препоръка на Поанкаре¹ (виж [ТШ79] с. 348). Президент на Академията на науките в Париж (избран през 1906) и член на 35 други академии, през януари 1909 той е приет във Френската Академия² (един от „четиридесетте безсмъртни“ – на мястото на починалия поет Сюли Прюдом, 1839-1907) – рядко отличие за учен (негови предшественици между представителите на естествените науки се броят на пръстите на една ръка: д'Аламбер, Бюфон, Лаплас... – виж [Р 00]). Ако век по-късно Поанкаре е практически неизвестен извън тесен кръг от математици и физици, това хвърля сянка не върху него, а върху нашето време, в което героите се създават от телевизионния екран. Последвалото след смъртта му развитие на науката – в предначертани от него насоки – позволява на математиците от втората половина на 20-и и началото на 21-и век да го оценят още по-добре, отколкото са могли неговите съвременници – да признаят в негово лице пророка. (Ако трябва да наградим с подобно прозвище още някого от редицата блестящи математици на 19-и век, бих добавил само безразсъдния парижанин Еварист Галоа, 1811-32, и пасторския син Бернард Риман, 1826-66, учен (първоначално богословие, а после математика) и преподавал в университета в Гьотинген.)

Как да обясним на интелигентна аудитория от не-математици величието на един математик? Ще се опитаме да се поучим от самия Поанкаре. В лекция за математическото творчество, изнесена пред психологи (*Science et méthode*, 1908), той казва: „Моля да ме извините, тъй като ще ми се наложи

да употребя някои технически изрази. Те не тряба да ви плашат: на вас не ви е необходимо да ги разбирате; ... интересното за психолога са условията, обстоятелствата.“ ([П 83], с. 313). Поанкаре съумява да предаде това, което го вълнува в науката, да направи достъпна човешката страна на научното творчество без да снисхожда към своята аудитория. Бел [В 37] с право нарича Поанкаре „последният универсалист“: днес едва ли може да се намери автор, който да е в състояние сам да оцени всичко съществено, направено от него. За това е естествено да чуем как специалисти от различни области, десетилетия по-късно, говорят за неговите работи. Ще кажа нещо повече от себе си само за ролята на Поанкаре в създаването на теорията на относителността – неговата *нова механика* (далеч не единственият му принос към физиката, сп. [На 04]). Интересуващите се ще намерят компетентен кратък обзор на основните работи на Поанкаре по математика и небесна механика, в превъзходното есе на Емил Хорозов [Х 04], в което се обосновава тезата (изказана и от Владимир Арнольд), че *Поанкаре е създателят на математиката на двадесетия век*.

1. УЧЕНИК, СТУДЕНТ, МИНЕН ИНЖЕНЕР

Има твърде много биографии на Айнщайн, и твърде малко на Поанкаре.

Peter Galison (цитиран в [D 03])

Жюл-Анри Поанкаре, роден на 29 април 1854 в Нанси, Лотарингия, принадлежи на фамилия, дала на Франция не една известна личност. Баща му, Леон, е професор-невропатолог; чичо му, Антони, генерален инспектор по мостове и пътища, е баща на физика Люсиен, по-късно ректор на Парижкия университет и на политика Реймон Поанкаре, президент на републиката в критични години (1913-20) и четири пъти министър-председател. Според мемориалния текст на Дарбу³ – преподавателят, определен да оцени докторската му дисертация, Анри е имал щастливо детство: грижовна майка (която – противно на обичая в заможни семейства – сама кърми сина си); обична, две години по-малка, сестра, участник в измисляните от него игри – написала след смъртта му спомени за него ([ТШ 78], с. 13); баба, дядо, братовчеди ... От малък той се пристраства към четене на книги – след тежък дифтерит, който го държи девет месеца на легло (на пет годишна възраст). Замисли ли се за нещо, не забелязва какво става около него, забравя дали е ял.

Френско-пруската война, 1870-71, водена в голямата си част в североизточна Франция, и оккупацията на родния Нанси, обърква ученето в лицея на 16 годишния младеж. Той помага на баща си при неговите обходи (като военен лекар) на ранените войници. Минали през опожарени села, майка му и той намират дома на нейните родители в Аранси – любимо място на деца и

внуци за летните ваканции – разбит и ограбен. По време на оккупацията Поанкар е научава немски, за да може да следи събитията (от достъпните вестници). Казват, че преживяното го е направило патриот за цял живот, но ако това личи в делата на неговия братовчед, Реймон, то Анри е повече от коректен към своите немски колеги: той нарича „фуксови“ въведените от него (в една от първите му направили епоха работи) *автоморфни функции*, в чест на хайделбергския математик Л. Фукс (1833-1902), изучавал диференциалните уравнения, удовлетворявани от подобни функции; в същия контекст той нарича „крайнови“ дискретните групи, които сам въвежда, в чест на Феликс Клейн (1849-1925), негов съперник в работата над автоморфните функции. Към края на живота си, през 1909, той изнася на немски пет от шестте си лекции в Гьотинген (по покана на Хилберт).

Войната и нарушаването на нормалния ход на образоването му в лицея не попречват на Анри да се класира първи на приемния изпит в Йcole Polytechnique (Политехническото училище – наред с École Normale, където той също е приет – едно от елитните висши учебни заведения на Франция). Това му се отдава със забележителна лекота. Неговият съученик от лицея, по-късно също известен математик, Пол Апел (1855-1930), свидетелства, че единственото подобие на записи, които Анри си води – дни наред – са редки драсвания на гърба на един и същ некролог, но че това не му пречи да отговаря с лекота на специално избираните от съучениците му трудни въпроси (вж [Y 02], с. 304). Неговата несръчност в рисуването води до намаляване на успеха му по геометрия, когато завършва политехниката. Няма свидетелства той да се вълнува особено от резултатите от изпити.

Поанкар завършва минно инженерство и, за разлика от повечето математики и физики-теоретици, записали „практична професия“ само за да угодят на родителите си, се отнася сериозно към задълженията си. Извикан в тъмни зори, при експлозия в мината по време на стажа му в Везул, той незабавно се спуска долу при още топлите тела (загинали са 16 души), установява на място какво е станало и пише доклад, в който анализира подробно причината за изтичане на газа. Две години по-късно, при подобен инцидент загива неговият приятел Бонфа, първенецът на политехниката от техния курс...

Свободните часове, които работата като инженер му оставя, Поанкар разделя между занимания по математика и писане на сантиментален роман; математичните увлечения взимат връх и през 1879, той защищава докторска дисертация по диференциални уравнения. Неговият труд е възнаграден с преподавателско място в Университета в Кан. Вътрешната му съсредоточеност и външна разсейаност правят лекциите му непривлекателни за средния студент. Колега от Кан си спомня за негови странни прояви през това време. Поканен да посрещне новата 1880 година в дома му, Анри се разхожда назад-напред из стаята, не слуша какво му говорят; когато приятелят му обръща внимание, че

е ударило полунощ, той се сепва, като че са го върнали на земята, извинява се смутено и си тръгва... За това как се развива работата му през „новата година“, когато Поанкар изказва основните идеи на теорията на автоморфните функции, десетилетия по-късно сам той пише, в споменатата вече негова книга „Наука и метод“, ([П 83], с. 313-314, [Y 02] с. 307-308). Първоначално, в продължение на две седмици, той се опитва да докаже, че функции, които той по-късно ще нарече фуксови, не съществуват. Седи по час-два на ден пред писалището – опитва различни комбинации, но нищо не излиза. Една вечер, когато не може да заспи след необичайна за него чаша кафе, както той пише, „идеите започнаха да идват на тълпи; чувствах как се сблъскват помежду си, докато две от тях, вкопчвайки се една в друга, не образуваха стабилно съединение. На другата сутрин вече знаех, че съществува клас фуксови функции... Оставаше ми само да запиша резултата... По това време трябваше да замина на геологична експедиция. Сред пътните перипетии забравих за математиката; внезапно, при качване в омнибус ми дойде с нищо не подгответа мисъл: трансформациите, които използувах при определяне на фуксовите функции, би трябвало да са тъждествени с движенията в неевклидовата геометрия. Не проверявах идеята; за това нямаше и време: със сядането в омнибуса продължих започнатия преди това разговор. Чак след като се върнахме в Кан направих проверката; идеята се оказа правилна.“

2. АВТОМОРФНИ ФУНКЦИИ, НЕБЕСНА МЕХАНИКА, ТОПОЛОГИЯ

*Първата публикация на Поанкар е като тътен
пред изригване на вулкан: само дума като „изригване“
може да даде идея за вълната от негови работи, променила
облика на математиката през следващите три-четири години.*
Ben H. Yandell ([Y 02], с. 306)

Още първата статия на Поанкар (излязла през февруари 1881), посветена на теорията на „фуксовите функции“ (от повече от 30 публикации по тази тема, само за периода 1881-83), му донася известност; на 27 години той е поканен за професор в Сорбоната. През април същата година той се оженва за Луиза Пулен, правнучка на известен натуралист, и младото семейство се настанива в латинския квартал в Париж. (След няколко години, през 1887, 1889 и 1891, им се раждат три дъщери, Жана, Ивон и Хенриета, а през 1893 и син, Леон.)

Откритието на връзката на въведение от Фукс клас от диференциални уравнения с хиперболичната геометрия отприцава поток от нови резултати. Клейн, който независимо е привлечен от красивото приложение на дискретните групи на движение в равнината на Лобачевски⁴ към теорията на функциите и на диференциалните уравнения, не издържа съревнованието с новата

френска математическа звезда и прекъсва работата си поради нервна преумора⁵. (По-късно той способства за възраждането на гьотингентската школа по математика и физика – привличайки там Хилберт, Минковски, Борн, – но не се връща към напрегната изследователска работа. Борбата между двамата, „в която оръжието е учтивостта“, не се отразява на взаимното им уважение; Клейн се оплаква само от прекалената щедрост на Поанкар в признанието на заслугите на хайделбергския му колега Фукс⁶...) Интересът към теорията на автоморфните функции и аритметичните групи се възражда през 60-те години на двадесетия век и днес продължава да е в центъра на внимание на математиците. (Тази теория е ядката на знаменитата „програма на Лангландс“, автори на стъпки за реализирането на която са удостоени с филдсови медали⁷ през 1990 и през 2002.)

През същия период, началото на 1880-те години, Поанкар пише голям „Мемоар за кривите, дефинирани с едно диференциално уравнение“ (в четири части), чието истинско значение е оценено значително по-късно. По думите на големия френски математик и историк на науката Жан Дьедоне (1906-1992) „Най-необикновеното произведение на Поанкар, което също принадлежи на неговия поразителен творчески период, 1880-1883, който ни напомня за дневника на Гаус („Tagebuch“, 1797-1801), е качествената теория на диференциалните уравнения. Това е рядък пример на математична теория, възникнала от никъде и достигнала почти веднага съвършенство в ръцете на своя създател. Всичко беше ново в първите две статии, публикувани от Поанкар между 1880 и 1886.“ За Поанкар тази работа е подготвителна за една от централните теми в неговото математично творчество – задачата за три тела в небесната механика. Задачата за повече от две привличащи се тела не се решава точно. Вайерщрас (1815-1897), „законодателят на математичния анализ“, смята за главна заслуга на Поанкар в тази област това, че установява разходимостта на редовете, с които неговите предшественици представлят решението, и че доказва неинтегрируемостта на уравненията за движение на три тела. Всъщност, за Поанкар това е само повод да развие понататък своите идеи за качествено описание на (многомерната картина на) движенията. Той започва с най-простите периодични решения, намирани и преди него – от Ойлер, Лагранж, Хил, които му дават възможност да проникне, по неговите собствени думи, „в област, смятана по-рано за недостъпна“. Поанкар показва, че в околността на *особена точка* (в която диференциалните уравнения не са дефинирани) може да се срещне изолирано периодично решение, наречено *граниччен цикъл*. Той отбелязва особено *двойно-асимптотичните решения*, които апроксимират периодични орбити при големи отрицателни и положителни времена.

Забележително е как авторът свързва тези въпроси с неговия *Analysis situs*, т.е. *топологията* – нова област от математиката, предусетена от Риман

и създадена от Поанкаре. Било е известно, че критичните точки на (нелинейно) диференциално уравнение от вида $dx/X = dy/Y$, включват *възлови, спирални и седловинни точки* ([Y 02], с. 316-317). Използвайки римановото понятие за род (или брой на дупките) на повърхнината, Поанкаре открива връзка между тях:

$$\text{род} = (\text{седла} - \text{спирални точки} - \text{възли} + 2)/2.$$

Това е пример на приложение на знаменитата *характеристика на Ойлер-Поанкаре*. (Принцът на математиката⁸ на 18-и век, Леонард Ойлер (1707-83) намира забележителното комбинаторно тъждество, вярно за всеки изпъкнал многостен: (броят на върховете) – (броят на ръбовете) + (броят на стените) = 2. Характеристиката на Ойлер-Поанкаре е далеч отиващо обобщение – за произволно (триангулирано) многообразие – на това наблюдение; бройките на върхове, ръбове и пр. се заменят при това с *числата на Бети* (1823-92).) Свързвайки броя на периодичните решения в задачата за три тела с броя на критичните точки на функция върху двумерния тор и използвайки елементи от това, което днес бихме нарекли теория на Морс (създадена 30 години по-късно), Поанкаре установява, че съществуват (поне) четири затворени орбити (за повече подробности – виж [X 04], с. 5-8). Колко далеч напред от времето си е отишъл Поанкаре в своите топологични изследвания личи от факта, че неговата хипотеза, според която тримерната сфера се характеризира със своята (въведена от Поанкаре) *фундаментална група* е – по общо мнение – на път да бъде доказана (от петербуржеца Г. Перелман⁹) едва сега, повече от век след нейната формулировка.

Ще завършим този бегъл преглед с цитат от вдъхновеното слово на руския тополог П. С. Александров (1896-1982), произнесено на специалното заседание (в Хаага) по случай 100 години от рождението на Поанкаре, по време на конгреса на математиците в Амстердам, 1954 ([П 72] с. 808-816).

По своите математични вкусове и по наследените от него традиции Поанкаре е представител на класическата математика, на великата френска школа на математичния анализ, създадена от Лагранж, Лаплас, Коши. Поанкаре разбира математичния анализ в широк смисъл, включващ и теория на функциите, и всички аспекти на диференциалните уравнения, и цялата математична физика. Неговата универсалност като математик се отразява в начина, по който той създава нова математична област, топологията. За Поанкаре топологията е могъщ инструмент за решаване на задачи, възникнали в класическите раздели на математиката. Това са преди всичко теорията на аналитичните функции, чиито тесни връзки с геометрията – забелязани в зародиши от Риман – Поанкаре разбира в цялата им дълбочина; теорията на диференциалните уравнения – теория, неотде-

лима за Поанкаре от небесната механика; самата геометрия. Но, разбирайки мощта на топологичните методи в „класическата математика“ и предвиждайки я често там, където, по негово време, тези методи още не са могли да бъдат приложени с пълна сила, Поанкаре открива за математиката цял нов свят от проблеми – проблеми от „качествен“, т.е. именно топологичен характер, свят, който по същината си е недостъпен не само за методите, но и за самия мироглед на класическата математика, в центъра на която стои формулата и пресмятането. Така Поанкаре, великият представител на класическата математика, като никой друг, взривява отвътре нейните традиции и отваря път не само за нови методи на изследване, но, което е може би по-важно, за нов начин да виждаме нещата и да се интересуваме от тях.

3. СПЕЦИАЛНАТА ТЕОРИЯ НА ОТНОСИТЕЛНОСТТА

... Poincarè a formulé le ‘postulat de relativité’,
termes qu'il à ète le premier a employer.

(Поанкаре пръв формулира постулатата за относителността.)

H.A. Lorentz, *Deux mèmoires de Henri Poincarè
dans la physique mathèmatique,*
Acta Mathematica, **38** (1921) 293-308

Poincarè never understood the basis of special relativity.
Abraham Pais ([Pais 82], p.21)

Поанкаре не е просто математик. Повече му приляга малко старомодното *естествоизпитател*. Това личи не само от неговия избор на теми – законите на физиката се задават с диференциални уравнения, основен сюжет в творчеството на Поанкаре – но и от стила на работите му: той не изпипва математическите доказателства, за което е критикуван от съвременниците си математици (както от старшите, като Дарбу и Вайерщрас, така и от младши, като Хилберт и А. Ляпунов (1857-1918)), а залага на своята изключителна *физическа интуиция* дори в чистата математика. Той не разчита само на знанията по физика от политехниката, а продължава да изучава нейните съвременни раздели, по начин, типичен за професори – като преподава на студенти. От 1886 Поанкаре завежда катедрата по „Математична физика и теория на вероятностите“ в Сорбоната. През 1888 чете лекции по теорията на Максуел (включително и електромагнитната теория на светлината); през 1889, 92, и 99 говори за работите на Хелмхолц, Херц, Лармор и Лоренц (всяка година нов курс!). Има преписка с Лоренц¹⁰, който го държи в течение на своята работа (и сам възприема идеи на Поанкаре). Разбира проблема с отрицателните резултати от опитите на Майклсон и Морли да демонстрират движението на Земята спря-

мо „етера“, хипотетичния носител на електро-магнитните вълни, и познава ранните работи на Лармор и Лоренц по този въпрос.

Първи между предшествениците на теорията на относителността е, като че ли, гьотингенският теоретик Фойгт (Woldemar Voigt, 1850-1919), който въвежда през 1887 трансформации, отличаващи се от лоренцовите с общ множител и оставящи инвариантно уравнението на д'Аламбер; той ги използва за пресмятане на доплеровия ефект. Ирландският физик George F. Fitzgerald (1851-1901) обяснява (в статия от 17 реда от 1889 – виж [Pais 82], с.122) невъзможността за оптично детектиране на движението на Земята с хипотезата за свиване на всяко движещо се спрямо етера тяло с фактор, зависещ от квадрата на скоростта му (което той свързва с влияние на движението върху молекулните сили). Лоренц стига независимо до същата хипотеза през 1892 (една година по-късно, научил за своя предшественик, той влиза в преписка с него и вече редовно се позовава на работата му). През 1895 Лоренц преоткрива трансформациите на Фойгт и ги използва, за да покаже ненаблюдаемостта на ефекти от първи порядък по v/c , където c е скоростта на светлината, v е скоростта на наблюдалеля – в случая на Земята – спрямо етера. В същата работа той въвежда знаменитата лоренцова сила, („Kraft“) $K = e(E + vxH/c)$, действаща върху електричен товар e , който се движи със скорост v във външно електромагнитно поле (E, H), и по този начин допълва теорията на Максуел.

Още в първата си работа по темата (също от 1895), по повод на предходна публикация на Лармор¹¹, Поанкаре далновидно постулира, че регистрирането на движението на материално тяло спрямо етера е принципно невъзможно (докато Лоренц предлага различни хипотези, за да обясни отсъствието на линейни и квадратични ефекти по скоростта). Три години по-късно, той пише забележителна статия *Измерване на времето*¹²-на пръв поглед популярно-философска (без формули), тази работа съдържа ключа към решението на възникналия проблем.

Всеки има чувство за това, че времето тече: за поредица от събития, които като че ли отразяват едно абсолютно време. Но как да определим това обективно време? Поанкаре отбелязва две трудности. Първо, човек няма непосредствена интуиция за равенството на два интервала време. (Например, равната продължителност на всеки две денонощия предполага постоянство на скоростта на въртене на Земята. Всеки опит да се мери тази скорост, за да се провери хипотезата за постоянно, предполага независима възможност за измерване на времето.) Този стар въпрос, разглеждан и по-рано, се решава с изискването да са в сила законите на Нютон, в които фигурира параметъра време. По-точни природни закони могат до доведат до промяна на физическото понятие за време. Съществува и втора трудност, на която не е било обръщано внимание: какъв е смисълът на твърдението, че две събития на различни места са едновременни? Тук, обяснява Поанкаре, е необходимо

димо съглашение за сверяване на часовниците, което, от своя страна, трябва да отчита крайната скорост на използванието сигнали (например, светлинни). (Галисън, цитиран в [D03], обръща внимание на обстоятелството, че Поанкаре е член – от 1893 – на бюрото за географски дължини, в което се използват телеграфни сигнали за сравняване на местните времена, пример, който наистина фигурира в разглежданата статия.) Неосъзнатото приемане на подобни скрити хипотези-съглашения, подчертава Поанкаре две години по-късно, е особено опасно. – Споделям убеждението на Арман Борел¹³ ([В 99], с.283), че този анализ на понятието време и едновременност, който може да бъде схванат без формули, е решаващ за разбирането (и създаването!) на теорията на относителността.

Също през 1898 Лармор завършва спечелилото награда есе *Етер и материя* (публикувано през 1900), в което написва (преди Лоренц) специалните лоренцови трансформации, извежда от тях лоренцовото свиване и показва, че те оставят инвариантни вакуумните уравнения на Максуел. В статия от 1900, посветена на 25 години от докторската теза на Лоренц, Поанкаре демонстрира, че лоренцовото „местно време“, е времето, което показва часовник на равномерно движещ се наблюдател, синхронизиран с неподвижния с помощта на светлинни сигнали, ако се приеме, че скоростта на светлината в двете посоки е една и съща. Важна роля играе философски звучащият доклад на Поанкаре, *За взаимоотношението между опитната и математична физика*, на Международния конгрес на физиците в Париж, 1900, включен в неговата книга *Наука и хипотеза*, 1902, за която се знае, че е прочетена от Айнщайн¹⁴.

Преди да постъпи (като експерт 3-а клас) в Бюрото за патенти в Берн, 1902, Айнщайн си изкарва хляба там с преподаване на частни уроци. Един от малкото му ученици, румънецът Морис Соловин, се интересува повече от общи философски проблеми на науката отколкото от физика и математика. Разговорите им бързо прехвърлят рамките на частни уроци, те се сприятеляват и заедно с математика Конрад Хабихт, основават „Академия Олимпия“, (по думите на Айнщайн „не до там детинска, колкото респектабелните академии, с които имах работа по-късно“). В увод към книга с писма на Айнщайн до него, излязла през 1956, Соловин разказва какво са обсъждали (от Платон и Спиноза до Сервантес и Дикенс – виж [Pais 82], с. 47). Той пише специално за книгата на Поанкаре, *La Science et l'Hypothuse*, 1902, която им е направила силно впечатление и която са чели седмици наред със затаен дъх (*un livre qui nous a profondément impressionnés et tenus en haleine pendant de longues semaines* – [В 99], с. 284).

Да прелистим и ние някои от текстовете, които Айнщайн и двамата му приятели от „Академия Олимпия“, са чели с пристрастие (вероятно, през 1903).

В глава X, *Теории на съвременната физика*, Поанкаре поставя критичния

въпрос: „*А съществува ли нашият етер?*“¹⁵ ([П 83], с.107) и настоява за строгата валидност на принципа за относителността, според който единствено наблюдавамо е движението на едно материално тяло спрямо друго. В началото на глава VI *Класическа механика* ([П 83], с. 63), Поанкаре изказва четири тезиса:

- 1) Няма абсолютно пространство, има само относителни движения.
- 2) Не съществува абсолютно време. Равенството на два интервала време няма априорен смисъл (и цитира своята работа за измерване на времето).
- 3) Ние нямаме директна интуиция за едновременност.
- 4) Евклидовата геометрия е само наша езикова конвенция. Законите на механиката могат да се запишат и на неевклидов език. (Айнщайн отдава по-късно дължимото на „надарения с остьр ум /scharfsinnig/ Поанкаре, за това прозрение – виж [В 99] с. 285.)

Докладът на Поанкаре *Настояще и бъдеще на математичната физика*¹⁶, 1904, звуци направо пророчески. Още в началото той казва, че физиката е в криза. (Подобна характеристика, често употребявана по-късно, съвсем не е общо място по време на конгреса в Сейнт Луис. Когато Макс Планк (1858-1947) иска да прави докторат по теоретична физика, деканът на факултета в Мюнхен се опитва да го разубеди, защото нейните основи са окончателно изградени и няма място за нови открития. През април 1900, не кой да е, а Лорд Келвин (William Thomson, 1824-1907), рисува идилична картина за състоянието на физиката пред Лондонския Кралски институт: *преминала през много подводни камъни и страшни бури науката най-после е стигнала до тихо пристанище ...*) Поанкаре предсказва (девет години преди „атома на Бор“ и 21 преди създаването на квантовата механика!), че атомните спектри крият тайната на бъдещата теория. Той обосновава необходимостта да се откажем от принципа на Лавоазие за запазване на масата (след като инертната маса в теорията на Лоренц зависи от скоростта), оставяйки в сила закона за запазване на енергията. Отново настоява (въпреки колебанията на Лоренц) за строго валиден „принцип на относителността“. Предрича, че в „новата механика ... никоя скорост не би могла да превиши скоростта на светлината, както не може температурата да слезе под абсолютната нула.“ Поанкаре повтаря мисълта си и в края на доклада: „трябва да създадем съвсем нова механика, в която инерцията да расте със скоростта и скоростта на светлината да се яви като непреодолима граница. Обичайната механика би останала валидна в първо приближение, при неголеми скорости.“

Статия на Лоренц от 1904 приближава развръзката. През пролетта на 1905 Поанкаре довежда до логичен край идеите на Лоренц.

През същата пролет на арената на физиката се появява нова звезда; 26-годишният Алберт Айнщайн завършва в продължение на два месеца три статии: за светлинните квенти и фотоефекта – на 17 март (удостоена с Нобелова

награда за 1921), за размерите на молекулите и числото на Авогадро (30 април), за брауновото движение (10 май), и се заема с темата за движението и светлината, която го вълнува от момче. В лекция в Киото през 1922 той си спомня как, по време на дискусия („битка на идеи“) с приятеля си, колегата от патентното бюро М. Бесо, той внезапно вижда ключа към проблема: „*Модето решение се заключаваше в анализ на понятието време ... има неразривна връзка между времето и скоростта на сигнала*“ ([В 99], с. 286; дали прочетеното две години по-рано не му е изплувало тогава от подсъзнанието?). За света, Айнщайн и Поанкарे стигат едновременно¹⁷ до еквивалентни решения: и двете се основават на принципа на относителността и водят до едни и същи опитно проверяеми следствия. Поанкаре отдава, както винаги, повече от заслуженото на своя предшественик: той въвежда термина *трансформация на Лоренц* и доказва (като попътно поправя грешка в последната работа на Лоренц), че тези трансформации образуват група¹⁸, която оставя инвариантни уравненията на електродинамиката. (Той също въвежда 4-мерен формализъм – с имагинерна времева координата, *ict*, – три години преди Минковски, който не го цитира.) Айнщайн не цитира никого.

Изложението на Айнщайн и на Поанкаре силно се различават. Макар и да поставя под въпрос съществуването на етера (в *Наука и хипотеза*), Поанкаре продължава да говори за лоренцовото свиване като за реално явление, което се обяснява с налягането на етера върху движещо се тяло. Айнщайн, който се е освободил от идеята за етера още в работата си за светлинните кванти, отхвърля изцяло старите представи и извежда всичко от два постулата: принципа на относителността и постоянството на скоростта на светлината¹⁹. Това прави всичко да изглежда по-просто и удобно за работа; този факт (повече от немския патриотизъм и от нежеланието на френските ляво настроени колеги да подкрепят консервативния Поанкаре, за които говорят някои автори) е основната причина, поради която физиците, започвайки от Планк, постепенно приемат и усвояват именно теорията на Айнщайн.

Вместо заключение ще приведа лаконичния текст на Дайсън ([D 03], с. 44).

Съществената разлика между Поанкаре и Айнщайн е, че Поанкаре е, по темперамент, консерватор, докато Айнщайн е революционер. Когато Поанкаре търси нова теория на електромагнетизма, той се старае да запази колкото се може повече от старата. Айнщайн, от своя страна, вижда старите рамки като неудобни и ненужни и с удоволствие ги премахва. Всички сложни обяснения на електричните и магнитни сили като еластични напрежения на етера могат да се изхвърлят на бунището на историята, заедно с прочутите стари професори, които още им вярват. ... Ясните и прости разсъждения на Айнщайн му дават явно предимство в съревнованието за публично признание.

Поанкаре и Айнщайн се срещат само веднъж – на конференция в Брюксел

през 1911. Срецата им не е сполучлива. Както пише Айнщайн на свой приятел „Поанкаре беше просто негативно настроен и въпреки своята проницателност проявява слабо разбиране на ситуацията.“ Според Айнщайн мястото на Поанкаре – заедно с етера – е на боклука. Но Айнщайн подценява Поанкаре. Той не знае, че точно по същото време Поанкаре го е препоръчал за професор в Цюрихската Федерална политехника: „Това, което трябва най-много да ценим у него (у Айнщайн), е способността му да се приспособява към нови понятия, от които той умеет да извлече следствията. Той не остава привързан към класическите принципи, а изправен пред физичен проблем е готов да разгледа всички възможности. ... Бъдещето ще показва все повече ценността на г-н Айнщайн; университет, който успее да привлече този млад майстор, несъмнено ще пожъне големи почести.“

Поанкаре не е затаял неприязнь към своя млад съперник. Той следва същия благороден импулс, който го бе накарал без колебание да се спусне в горящата мина три десетилетия по-рано...

4. ЛИЧНОСТ И ДЕЛО

*...la vie n'est qu'un court épisode entre deux éternités de mort, et,
dans cet épisode même, la pensée consciente n'a duré et ne
durera qu'un moment. La pensée n'est qu'un éclair au
milieu d'une longue nuit. Mais c'est cet éclair qui est tout.*
Henri Poincarè ([P 70], III.8. *La science pour la science*, p.187)²⁰



Казват, че е нужно повече време, за да се препишат (от професионалист) произведенията на Моцарт, от целия творчески живот на композитора. Нещо подобно може да се каже за Поанкаре: от предаването на тезата, 1879, до смъртта му са минали 33 години – за примерно 400 месеца той е написал около 500 работи, включително няколко книги; от смъртта му (1912) до излизането на последния, XI, (обемист) том от събранието му съчинения (1954) минават 42 години (том I е излязъл през 1916). Отделни три тома обхващат неговите лекции по небесна механика. Има редица свидетелства, че Поанкаре пише без да поправя и рядко се връща към написаното.

(Знаменито изключение прави статията му в *Acta Mathematica* от 1889, удостоена с наградата на шведския крал Оскар. Поанкаре, подтикнат от въпросите на редактора, си намира съществена грешка, пише статията – 250 страни-

ци – отново, плащайки за препечатване на броя на списанието доста повече от сумата, получена като награда. В процеса на поправяне той открива появлата на хаос в детерминирана система – поставяйки началото на нова наука, модната днес *теория на хаоса* – виж [Р 00], с. 80-88, и [Х 04], с. 6.)

Разходките пеша, на разстояния до 15 километра, са единствените редовни физически упражнения на Поанкаре. Но не е ясно колко те са били отиди за него. По думите на хора, които го познават, той мисли непрекъснато. Племеникът му, математикът Пиер Бутру (1880-1922) пише в писмо до Митаг-Лефлер²¹: *Той мислеше по улицата, когато отиваше в Сорбоната, по време на заседания, по време на обичайните си дълги следобедни разходки. Той мислеше в къщи в антрето, в заседателната зала в института, докато ходеше с малки стъпки, със съсредоточен вид, потраквайки с връзка ключове.²² Всички свои открытия той правеше в ума си, често без да има нужда да проверява пресмятанията си писмено.* Известният френски математик Емил Борел (1871-1956, първият директор на основания през 1928 „Институт А. Поанкаре“ в Париж) пише: *Може да се каже ..., че неговият мозък е работил непрекъснато, без да му оставя време за отиди, необходим за размишления...* ([ТШ 79], с. 381). Понякога мислите буквально го обземат и той не е господар на себе си. Вече стана дума за странното посрещане на новата 1880 в Кан. Друг подобен анекдот е разказан (без дата) в книгата на Бел ([В 37], с. 533). Известен финландски математик отива в Париж, за да се срещне с Поанкаре. Когато съобщават на Поанкаре за пристигането на госта, той не излиза да го посрещне, а продължава да крачи напред-назад в кабинета си. Финландецът търпеливо очаква – около три часа – появата на домакина. Накрая, Поанкаре показва глава от вратата и виква ядосано: „Пречите ми!“, след което се прибира обратно в кабинета. Обезкуражен, гостът си заминава. За мен звучи правдоподобно тълкуването на този случай от Тяпкин и Шибанов [ТШ 79] (с. 380): Грубостта и високомерието не са присъщи на Поанкаре. Когато мозъкът му работи, обаче, той трябва да е свободен от други мисли. Външният шум и разговори не му пречат. Но мисълтта, че някой го чака в съседната стая, го смущава и довежда до състояние на силно раздразнение.

Поанкаре не се увлича от политика. Отговаряйки на анкета, юни 1904, за „Интелектуалният елит и демокрацията“, той обяснява: „Учените могат да бъдат обществено полезни, ако има по-голям шанс да бъде чут техният глас. Но ... езикът на страстите е единственият, който тълпата разбира, а това не е езикът на учения.“ ([Р 00], с. 95). Не без ирония, той обяснява защо науката не може да влияе (нито положително нито отрицателно) върху морала: *ако щете, по граматична причина: ако двете предпоставки в един сиологзъм са в изявително наклонение, не може заключението да е в повелително²³.* По време на аферата Драйфус, когато Франция е разделена на два враждуващи лагера, никой от които не слуша гласа на разума, Поанкаре е помолен да се

изкаже като учен за аргументите на обвинението, използващи „теория на вероятностите“. Той предава експертно мнение чрез Пенлеве (Paul Painlevé, 1863-1933, математик, който, за разлика от Поанкаре, се увлича от политика и става по-късно министър-председател и президент); „мнението“ оборва „вероятностния аргумент“, но не взима страна между привържениците и противниците на Драйфус ([Р 00], с. 9596; [ТШ 79], с.257-264). Когато се засяга науката, Поанкаре е по-ангажиран. Началото на глава *V Анализът и физиката* от *Ценността на науката* и днес звуци актуално (виж [Р 70] с. 103, [Р 00] с. 8 и [П 83], с. 218): *Без друго са ви питали: за какво служи математиката? ... Практичните хора, които се интересуват само от начини за печелене на пари, изобщо не заслужават отговор; по-скоро тях трябва да попитаме, защо трупат, и заслужава ли си да губят време за придобиване на богатства, като пренебрегват изкуството и науката, които единствено доставят наслада на духа.*

Като висша цел на нашата дейност Поанкаре поставя (в увода към същата книга) *търсенето на истината. Тя ни привлича и бяга от нас. Тя никога не е окончателна...* За да търси истината човек трябва да е напълно независим. Напротив, ако искаме да действаме, ако искаме да бъдем силни, трябва да сме обединени. Затова, много от нас се боят от истината, смятат я за източник на слабост. Но не трябва да се боим от истината, защото само тя е красива... Този, който я преследва, няма да знае почивка. ([Р 70] с. 19-20)

Като правило, Поанкаре не поставя проблеми, а говори за направления. В доклада си за бъдещето на математиката (поради заболяване, не произнесен на конгреса в Рим, 1908), той пише (половин век преди Александър Гротендик!) колко важни са думите в математиката (той дава пример с понятието „енергия“), говори за изкуството да се дава едно и също име на различни неща, когато твърдения, справедливи за едното, са верни и за другото.

Поанкаре наистина не знае почивка. Той изпраща²⁴ недовършена своята последна работа, отново посветена на задачата за три тела, през декември 1911, половина година преди смъртта си. Там въпросът за съществуване на периодично решение е сведен до топологична теорема за изображения (на кръгов венец в себе си), които запазват площта. Той не успява да докаже теоремата, но смята, че задачата е важна и пише на редактора: „... на моята възраст, може би няма да мога да я решавам, но получените резултати, които могат да насочат други изследователи по нов път, ми изглеждат пълни с обещание, въпреки разочарованията, които ми причиниха, и аз съм готов да ги пожертвам...“ ([В 37], с. 553). След по-малко от две години, 1913, младият американски математик Джордж Биркхоф завършва това, което Бел нарича „незавършена симфония“ и доказва последната теорема на Поанкаре.

Ще перифразирам думите, казани (за L.E. Brouwer, 1881-1966) от Нелсън²⁵.

Когато оценяваме делото на хора като Поанкаре (или Колумб), трябва да си даваме сметка, че нашият кръгозор е напълно променен от тях, и че е трудно да си представим как е изглеждал светът преди тях.

Да отдадем почит на онези, които са имали кураж безразсъдно да се впуснат в плаване по незнайни морета, и издържливост да стигнат до земя, дори ако тя се е оказала различна от земята, към която са се упътили.

¹ Третата награда от тази серия е присъдена през 1915 на Алберт Айнщайн (1879-1955) – по предложение на Хилберт.

² Académie française, общество на дейци на словото, издигнато в академия през 1635 от Louis XIII по препоръка на кардинал Richelieu, „за запазване и усъвършенстване на френския език“.

³ Gaston Darboux (1842-1917) пише своя „Eloge historique ...“ през 1913 – виж [P 00] с. 37. Хилберт публично почита паметта на Дарбу в разгара на войната, несмутен от протестите на студенти-националисти, които демонстрират пред дома му – виж [Y 02] с.18 и 300-302.

⁴ Холандският художник-график Мауритс Ешер (1898-1971) създава своята знаменита серия „Circle Limit“, изучавайки с помощта на британския математик Коксетер (1907-2003) модела на Поанкаре на равнината на Лобачевски – виж [X 04] с.5 и цитираната там книга на B. Ernst.

⁵ „За Клейн не е присъщо да започва с най-общата задача. Появата на работите на Поанкаре го принуждава да изучава и прилага методи, които са му чужди. Той греши, сравнявайки тяхното състезание с надбягване с коне, в което ту единият, ту другият ездач изпреварва: Поанкаре се откъсва от самото начало толкова далеч напред, че Клейн така и не успява да го догони“, казва Ханс Фройдентал (1905-90), в своя мемориален доклад в Хаага, 1954 ([П 74] с. 687-696).

⁶ Когато, по-късно, през 1882, Поанкаре дава името „клайнови“ на дискретните групи и на функциите, за възможното съществуване на които Клейн пръв загатва, Клейн го приема като осърбителен опит за утешение. Засегнат, Поанкаре му отговоря: „Давам Вашето име на клайновите функции по причините, които привеждам, а не по тези, за които Вие намеквате („zur Entschuldigung“ – за компенсация) – аз нямам за какво да Ви компенсирам.“ [ТШ 79], с.131.

⁷ Най-престижното отличие за млади (под 40) математици, което се дава всеки четири години от 1936 насам.

⁸ „mathematicorum princeps“, както го нарича неговият учител, Йохан Бернули, който иначе не е известен с голяма скромност – виж André Weil, *Number Theory: an Approach Through History*, Birkhäuser, Boston 1983, p.169.

⁹ Виж обзорната статия J.W. Morgan, *Recent progress on the Poincaré conjecture and the classification of 3-manifolds*, Bull. Amer. Math. Soc. 42:1 (2005) 57-78.

¹⁰ Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928), автор на теорията на електрона, дели нобеловата награда по физика за 1902 със своя ученик Pieter Zeeman от университета в Лайден, Холандия.

¹¹ Joseph Larmor (1857-1942), британски физик-теоретик и математик, роден в Ирландия, завърши Кралския университет в Белфаст, 1877, и Кеймбриджкия университет, 1879; професор в Белфаст, 1880-85, и в Кеймбридж; член на Лондонското кралско общество от 1892, редактира излезлите през 1902 трудове на наскоро починалия свой ирландски приятел Фитцджералд.

¹² *La mesure du temps, Rev. Mètaphys. et morale*, **6** (1898) 1-13, включена в сборника *La valeur de la science* (1905), преведен на английски и руски – виж [П 74], с. 419-428.

¹³ Armand Borel (1923-2003), математик и любител на музика, роден в Швейцария, завърши Цюрихската федерална политехника (ETH), докторат в Париж, 1952; професор в ETH, 1955-57 и 1983-87; от 1957 до смъртта си – професор в Института за висши изследвания в Принстън.

¹⁴ 21-годишният Albert Einstein завърши ETH, 1900 (с 5 при максимум 6); без работа (отказано асистентско място в ETH), изпраща (13. 12. 1900) първата си статия в *Annalen der Physik*.

¹⁵ И по този въпрос Поанкаре върви (без да знае) по стъпките на Риман: в статията си *По повод на електродинамиката*, написана през 1858, но публикувана посмъртно, Риман развива идеи за електромагнитното поле, близки до съвременните – и дели с Фарадей приоритета за твърдението, че електричното действие се разпространява с крайна скорост, равна на скоростта на светлината. В своята фундаментална работа *Treatise on electricity and magnetism*, Максуел отбележва, че Риман избягва да говори за етера, забележка, която днес звучи като комплимент. (Но да не съдим с лека ръка: понятието за *електромагнитно поле*, заместило етера, също не е лесно да се онагледи.)

¹⁶ *L'état actuel et l'avenir de la physique mathématique*, International Congress of Arts and Science, Saint Louis, Missouri, Bull. Sci. Math. **28** (1904) 302-304 (виж също [П 74], с. 559-575).

¹⁷ Поанкаре докладва кратка статия пред академията, *Sur la dynamique de l'électron*, C. R. Acad. Sci. **140** (1905) 1504-08 на 5 юни 1905 и изпраща пълния текст на статията (пак с това заглавие) на не много популярно сред физиците италианско списание през юли. Статията на Айнщайн *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*, Ann. Phys. **17** (1905) 276-310 е постъпила на 30 юни.

¹⁸ Понятието група е ново за физиците по онова време; фактът, че и Айнщайн го употребява в своята статия (при формулиране на теоремата за събиране на скорости в раздел 5) без реално да го използва, дава повод за подозрение (изказано, например, от Christian Marchal в интернет), че той е чел текста от 5 юни преди да завърши своя. (Има статии от Comptes Rendus, реферирани от Айнщайн за Annalen der Physik през 1905.) От друга страна, достатъчно е да сравним текстовете на двамата автори, за да се убедим, че подобни забележки не могат да поставят под въпрос независимостта на Айнщайновия път към теорията на относителността.

¹⁹ Айнщайн говори още за мащаби и часовници, чието независимо въвеждане

сам той критикува по-късно, в своята автобиография, но те нямат реална роля в неговото логическо построение.

²⁰ „животът е само кратък епизод между две вечности на смъртта, и даже в този епизод, съзнателната мисъл не е траяла и няма да трае повече от миг. Мисълта е една искра всред дълга нощ. Но тази искра е всичко.“ С тези думи завършва книгата на Поанкаре *Ценността на науката* (първо издание, 1905 – виж руски превод в [П 83], с. 153-282).

²¹ (виж [Y 02], с. 326); Goesta Mittag-Leffler (1846-1926), шведски математик, редактор на *Acta Mathematica*, издига (безрезултатно) кандидатурата на Поанкаре за Нобелова награда по физика.

²² Директорът на Френската Академия, Frèderic Masson, в похвалното слово, с което представя Поанкаре, нарича неговата връзка с ключове „акушерски щипци за идеи“ ([ТШ 79], с. 379).

²³ La Morale et la Science, 1910, публикувана в *Dernières Pensées*, 1913 (виж също [П 83], с. 506).

²⁴ в *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, списанието, публикувало и пълния текст на неговата статия *Sur la dynamique de l'électron* (излязла през 1906), обсъждана по-горе.

²⁵ Edward Nelson (Reviewer), Bull. Amer. Math. Soc. **41**:4 (2004) 545-549.

Литература

[B 37] E.T. Bell, *Men of Mathematics*, Simon and Schuster, N.Y. 1937 (28. *The last universalist*, pp. 526-554) [B 99] A. Borel, *Henri Poincarè and special relativity*, L'Enseignement Mathématique **45** (1999) 281-300

[D 03] F. Dyson, *Clockwork science*, The New York Review of Books, November 6, 2003, pp. 42-44 (Review of *Einstein's Clocks, Poincarè's Maps: Empires of Time* by P. Galison, Norton, 389 pp.)

[Pais 82] A. Pais, ‘*Subtle is the Lord...*’ *The Science and the Life of Albert Einstein*, Clarendon Press, Oxford 1982 (български превод: „*Изкусен е Всевишният...*“, Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, София 2004)

[Па 04] С. Панчев, *Анри Поанкаре и новата физика*, Списание на БАН **117**:5, 2004, 11-14 [P 70] Henri Poincarè, *La Valeur de la Science*, Flammarion, Paris 1970 [П 72] Анри Пуанкаре, *Избранные труды в трех томах*, II Новые методы небесной механики, топология, теория чисел, „Наука“, М. 1972 [П 74] Анри Пуанкаре, *Избранные труды*, III Математика, теоретическая физика, анализ научных работ Анри Пуанкаре, „Наука“, М. 1974 [П 83] Анри Пуанкаре, *О науке*, ред. Л.С. Понтрягина, „Наука“, М. 1983 [P 00] Poincarè: *Philosophe et mathématicien*, Les Génies de la Science, №4, Nov. 2000 [ТШ 79] А. Тяпкин, А. Шибанов, *Пуанкаре*, „Молодая гвардия“, М. 1979 (български превод: Наука и изкуство, София 1982) [Х 04] Е. Хорозов, *Поанкаре и математиката на двадесетия век*, Списание на БАН **117**:5, 2004, 4-10 [Y 02] B.H. Yandell, *The Honors Class: Hilbert's Problems and Their Solvers*, A.K. Peters, Natick, MA 2002 (*How famous can a function theorist be?* pp. 299-329)

КОЙ СЕ НУЖДАЕ ОТ ИЗУЧАВАНЕТО НА ФИЗИКА ПРЕЗ 21-ви ВЕК И ЗАЩО?

Е. Редиш

1. ИСТОРИЧЕСКАТА РАМКА

Когато през 1493 г. Колумб се завръща в Испания, която е в етап на формиране на сегашните си граници, довеждайки със себе си шест туземци от Карибите, голямото пътешествие на науката едва започва. Коперник все още не е написал своя монументален труд за строежа на Слънчевата система, а Галилей все още не се е родил. Над 95% от цялото население на Европа работи в селското стопанство. В годината, когато в Европа се ражда моят дядо {1865), а Максуел написва своите уравнения, откритията в науката са започнали да променят живота на хората. Развитието на термодинамиката и парната машина водят след себе си железниците и паразходите, които правят възможно пътуването на моя дядо, тогава млад мъж, до Америка. Между времето, когато архитектът Антъни Гауди проектира Guel palace (1885) и Casa Mila (1906), автомобилите заемат толкова важно място в живота на хората – поне на богатите – че той бързо променя проекта на сутерена от конюшня в гараж. В годината на смъртта на Гауди в Барселона (1926) обикновените хора вече са можели да си купуват автомобили, включително семейството на моя баща. По времето на моето раждане в Америка, през Втората световна война, повечето семейства имаха автомобили и електричество, но нямаше телевизия, компютри и интернет, и не бяхме сигурни относно броя на хромозомите в човешката клетка.

Сега вече е направено първото описание на човешкия геном, а аз имам възможност да изпратя електронно съобщение от Мадридското летище до Корея за по-малко от секунда. Днес по-малко от 5% от населението в Европа и Америка работи в селското стопанство.

Това, което навярно сте забелязали в тази кратка хроника, е бързият темп на промяна. Увеличаването на знанието за физиката на материята довежда до нови средства за изучаване на света, което довежда до ново разбиране, което довежда до нови средства, което...и т.н. Тази система с положителна обратна връзка ускорява способността да се изследват, описват и разбират по-сложни системи. През последните 50 години – частично като резултат на средствата за изследване и базата знания, натрупани във физиката, – израснаха и достигнаха високо развитие много нови науки, в това число

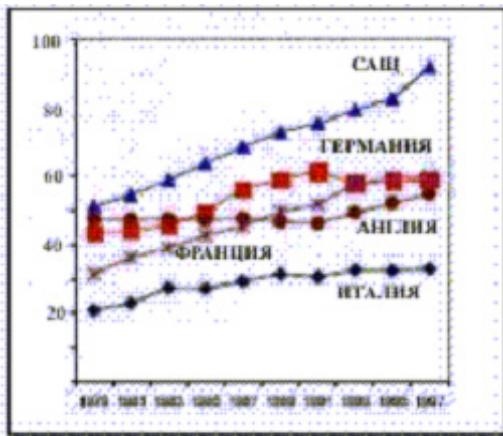
- химия
- биология
- материалознание
- информатика.

Нарастването на науката

В известен смисъл развитието на тези други науки упражнява обратно натиск върху физиката. Въпреки невероятните възможности за нови изследвания, факултетите по физика в целия свят започват да срещат трудности при привличането на най-добрите студенти към физиката. В някои страни броят на студентите, избрали физиката, е спрятал да расте, а в други е започнал да намалява.

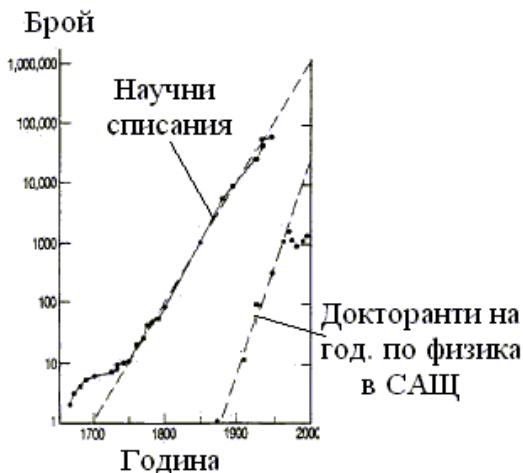
Според много изследвания науката – и физиката в частност – нараства експоненционално от около 1750 г. То-ва е илюстрирано на фиг. 1. Но в САЩ експоненционалното нарастване на броя на защитените докторанттури по физика спира някъде към 1970 г. През последните 30 години се намираме в период на застой, като се забелязват малки увеличения или намаления в броя на студентите по физика.

Въпреки по-бавното развитие на физиката в САЩ през последните 20 години, общият брой учени се е удвоил и, което е по-важно, почти се е удвоил като част от работната сила, както е показано на фиг. 2, взета от едно наскоро публикувано изследване на US NSF.

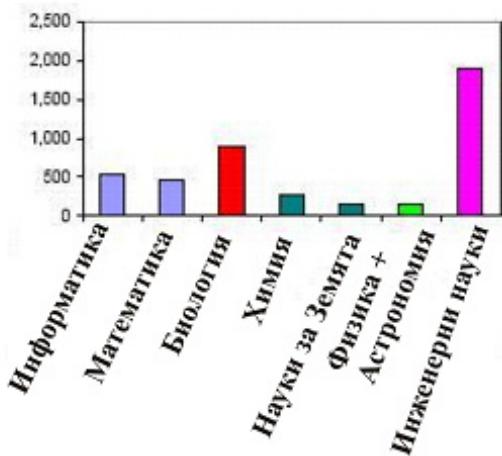


Брой учени на 10000 човека

Фиг. 2



Фиг. 1



Фиг. 3

Най-голяма част в увеличаване броя на учените при изследванията в САЩ през последните 20 години принадлежи на биологията, при която се отбелязва мащабно нарастващо финансирането за изследвания, особено в областта на здравеопазването. Разпределението на учените в САЩ по професии е показано на фиг. 3. Разумно е да се предположи, че през първата половина на 21 век биологията, информатиката и създаването на нови материали ще имат най-голямо развитие.

Развитието на технологиите

Науката влияе върху работната сила на много нива. Макар че сега има повече учени, отколкото преди (лесно може да се изчисли, че по-голямата част от всички учени в историята на днешния свят живеят сега), от фиг. 2 може да се види, че те са все още само една твърде малка част от общата работна сила (около 1%). Но технологиите и науката упражняват влияние върху много по-широката част от работната сила. Много работници използват високо технологични инструменти без да ги разбират достатъчно.

Навсякъде тези работници наистина не се нуждаят от задълбочени научни познания, за да използват тази технология. Защо просто да не им даваме инструкции какво да правят, т.е. да определим точно процедурите и протоколите? Въпреки че е необходимо това да бъде направено, то не е достатъчно, както бихме се надявали. Хората не са машини. Хората правят грешки. Освен това хората правят избор. Работници, които не разбират причините за една процедура, са много по-склонни да бъдат небрежни и да пренебрегват инструкциите при условия на стрес. Преди година работниците в една японска ядрена електроцентрала нарушават инструкциите и мерките за безопасност „за да транспортират урана по-лесно“ като в резултат се достига почти до критична маса. Получената радиация уврежда стотици и причинява смъртта на двама работници. В САЩ лаборанти, правещи рентгенови снимки на зъбите, приемат за истина неправилното твърдение, че тъмната кожа „блокира рентгеновите лъчи“ и ненужно облъчват тъмнокожи пациенти с високи дози радиация. Могат да се цитират още много други такива примери, при които технически работници без научни познания причиняват смърт, наранявания и други вреди. Тъй като технологиите играят нарастваща роля във всекидневния ни живот, броят на подобни инциденти със сигурност ще расте.

Преосмисляне на ролята на физиката в образованието

Развитието на науката и технологиите води до разглеждането на два въпроса. Първо: при условие, че през 21 век нарастваща част от работната сила ще се нуждае от научно обучение, пита се:

Каква ще бъде ролята на физиката в образованието на научни и на технически работници?

Второ, при условие, че нараства технологичната природа на работните места и ще се наложи да се обучават в областта на науката много ненаучни работници, пита се:

Каква ще бъде ролята на физиката при обучението на ненаучните работници?

И двата въпроса са много важни. В моите изследвания съм изbral да работя главно по проблеми, свързани с първия въпрос. Затова в тази своя статия ще фокусирам вниманието си върху предпрофессионалното обучение на научните работници и инженерите в уводните курсове по физика за университетите. В САЩ ролята на физиката при обучението на професионалисти по новите научни специалности се променя непрекъснато. Традиционно инженерите изучават от година до година и половина университетска физика. Но натискът, който се упражнява върху инженерните факултети да включват в образователните си програми модерни предмети, води до натиск да се премахнат някои от традиционните курсове. Много университети, които предлагат три семестъра обучение по физика, са притискани да покрият същия материал за два семестъра. Новите национални инженерни стандарти (ABET 2000) дават възможност да се премахне физиката от програмата на някои инженерни специалности или тя да бъде изучавана извън факултетите по физика.

Студентите с предмедицинско образование и биолозите в САЩ традиционно изучават една година физика в университетите, но успехът по физика няма връзка с успеха, показан в медицинското училище. Дали необходимостта да се включи в образователния комплекс нарастващото количество информация по биология ще доведе до отпадане на физиката? Навсярно не, тъй като много водещи биолози са съвсем наясно колко нужна е физиката за „новата биология“. Въпреки това ние имаме сериозното задължение да разбираем тези студенти – какво имат нужда да знаят и на какво можем ефективно да ги научим.

2. КАКВО ТРЯБВА ДА ПРЕДЛОЖИ ФИЗИКАТА

Развитието на науката и необходимостта да се образова една по-голяма част от населението предлага огромни възможности на преподавателите по физика. Все пак не е ли физиката най-доброто място, от което да започне истинското разбиране на това какво е наука и как да я правим. За да защитим твърдението си, че физиката е много важна при подготовката на научни работници и инженери, ние трябва да обясним както защо мислим, че изучаването на физиката е много нужно, така и да документираме, че можем да добавим още нещо към стойността ѝ.

Много изследвания показват, че избирането на физиката като главен предмет на обучението дава много ценни предимства при голям брой професии. Такива способности като

- комплексно решаване на проблеми
- физично моделиране
- преценяване

и други общи способности са много ценни за много различни професии от биологията до финансовото моделиране. Физиците имат голям принос в други области на науката, включително и много Нобелови награди в области, които не се считат за физика (генетика, електроника и т.н.).

Докато бакалавърската и докторската степени по физика имат голяма стойност, то засега е убедително доказано, че дори физиката да бъде избрана като главен предмет, това няма да доведе до задълбочено разбиране на въстъпителния курс по физика през първата година на колежа. Това разбиране търпи развитие, когато се връщаме към предмета много пъти и от различни гледни точки. Както и да е, на учени от други области на науката и на инженери е разрешено да изучават физика само една година. Това ни кара да зададем следния въпрос:

Достатъчно добра ли е първата степен от многостепенния процес на обучение по физика за студентите от други области на науката?

Могат ли да се получат трайни резултати в рамките на едногодишен курс на обучение. Обикновено моите студенти от инженерните и биологичните специалности запомнят много от задачите и могат да отговарят на всичко, което са виждали преди, но често те не могат да решат задача, която не са виждали по-рано, дори промените в нея да са малки. Много от моите студенти могат да решат задачата математически, но не могат да ми кажат за какво е задачата или какво означава отговорът. Имат ли стойност уменията, получени на това ниво? Много студенти си спомнят малко от физиката, след като курсът приключи.

Очевидната непоследователност в това, което правят студентите, предполага, че трябва внимателно да се замислим какво се опитваме да постигнем. Нека повторим твърдението на Manfred Euler, президент на GIREP: Ако искаме да разберем какво да целим при обучението и как да се опитваме да оценим наученото, трябва да разбираме как мислят студентите.

3. ПРОБЛЕМИТЕ НА ПРЕПОДАВАНЕТО И УЧЕНЕТО

Ако искаме да разбираме както какво трябва да предлагаме, така и защо това, което обикновено предлагаме, има ограничен успех, ние трябва да се отнасяме към проблема на преподаването и ученето по същия начин, както към всеки научен проблем: използвайки наблюдение, анализ и моделиране. През последните двадесет години много изследователи са правили безброй проучвания как децата и възрастните учат физика, като основната част от тези изследвания са се извършвали в Европа, Америка и Израел. В САЩ през последното десетилетие нарастващ брой физици обединяват усилия със

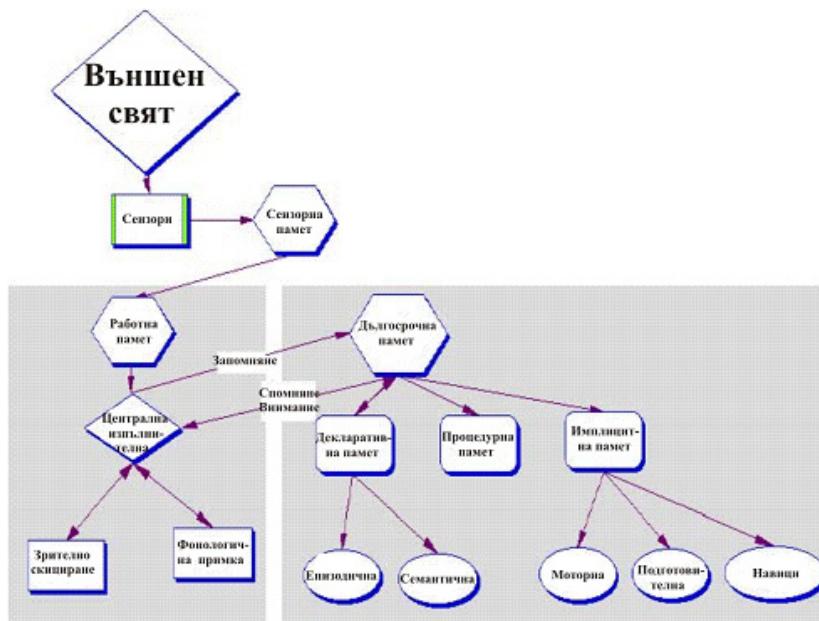
специалисти в областта на образованието и изследват изучаването на университетското ниво на физиката, за да добият по-добра представа за целите, които трябва да се постигнат и начина по който това трябва да стане.

A. Модел на заучаване

Като за всяка физична система ще ни бъде от помощ модел, който да показва как тя функционира. Основния модел, който аз обичам да използвам е изграден върху взаимодействието на три вида научни изследвания: феноменологични наблюдения на нормалното поведение, внимателни изследвания на ответните реакции на много опростени експерименти, за да достигнем до основни изводи и неврологични проучвания върху това как мозъкът работи направени чрез електромагнитни изследвания на мозъчната функция по време на различни дейности.

Важно за преподаването и заучаването е разбирането за това как работи паметта.

Фиг. 4 ни показва модел на структурата на паметта, разработена от учени в областта на познавателния процес и неврологията.



Фиг. 4

За тези, които се интересуват от преподаване, ще са достатъчни само няколко прости обяснения. Съществуват два основни компонента на паметта: работна памет – бързо натрупване, малка по обем и бързо се забравя; дълготрайна памет – бавно натрупване, много голям капацитет, трае много години.

Можем накратко да опишем някои характеристики на дълготрайната памет с помощта на няколко принципа, което ще ни помогне да разберем по-добре нуждите на студентите.

1. Дълготрайната памет може да съществува на (поне) три нива на активиране: неактивна, готова за употреба и активна (веднага на разположение).

2. Паметта е асоциативна и продуктивна. Активирането на един елемент води (с известна вероятност) до активирането на асоциативни елементи.

3. Активирането и асоциациите зависят от контекста. Това, което е активирано и последвалите от него активирания зависят от контекста, външен и вътрешен (други активирани елементи)

За да станат по-ясни идеите за активиране и асоциация, ще ви дам няколко кратки примера. На тази конференция се видях с млад изследовател, с когото се бях запознал преди две години на една друга конференция. Сега, когато най-напред го погледнах, аз знаех, че го познавам, но не можех да се сетя точно кой е. След това го свързах с по-раншната конференция и извиквайки в паметта си събития от тогава, аз можах сравнително бързо да си спомня малкото му име, но фамилията му все така ми се изплъзваше. Започнахме разговор и след около две минути фамилното му име внезапно изникна в моето съзнание. И двете му имена бяха в моята дълготрайна памет, но бяха свързани с различни вериги от асоциации и им бе необходимо различно по продължителност време да се активират. Ако не го бях срецнал на тази конференция, а някъде другаде, на летището например, аз бих имал сериозни затруднения да си припомня кой е той без допълнителни обяснения. Като втори пример нека да разгледаме едно физично уравнение, например втория закон на Нютон, който съм записал, както е показано:

$$\vec{a} = \frac{1}{m} \vec{F} \quad (1)$$

В това уравнение малките вектори над символите ми подсказват за множеството векторни операции и манипулации, които са веднага на мое разположение. Цялостният пакет от координатни и векторни манипулации не се появяват в работната ми памет, но са готови за бърз и лесен достъп, ако ми потрябват.

Един четвърти динамичен принцип ни напомня, че освен при изключителни обстоятелства, заучаването изисква повторения през подходящи интервали от време.

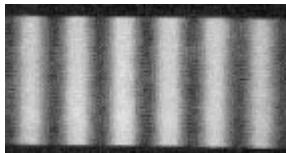
4. Заучаването е натрупване на знания, а не тяхното предаване

За да се види как действуват тези идеи в нашите курсове по физика, нека разгледаме един пример, който илюстрира какво означава твърдението ми, „че паметта е творческа“. Смисълът е, че извикването на спомен от дълготрайната памет е не само възстановяване на информация отпреди. Това по-скоро напомня функцията \sin на вашия калкулатор. Калкулаторът не съхранява в паметта си огромна таблица от предварително изчислени стойности на $\sin(b)$; той съхранява един малък код, който му позволява да изчисли синуса на който и да е ъгъл b , използвайки определен алгоритъм. Това, че на-

шият мозък работи по този начин е достатъчно ясно. Аз мога да идентифицирам обекта, който вие държите като книга по образа, получен от сензорните пиксели върху моята ретина, изолирайки и отделяйки го от съседните пиксели и вграждайки го в представата за книга, макар че може никога преди това да не съм виждал точно тази книга, под точно този ъгъл, в точно тази част на моята ретина. Ясно е, че в този случай се използва един обобщен модел, а не шаблон, който да се сравнява с безброй други видяни преди това образи. При решаването на физични задачи, студентите разсъждат, използвайки знания от предишния си опит, дори ситуацията да са нови.

Задачата, показана на Фиг. 5, е била зададена от групата на Лилиан Макдермот при Университета във Вашингтон на техните студенти от инженерните специалности, преминаващи курса по физика.

Когато монохроматична лазерна светлина се пропуска през двойка процепи, се получава следната картина върху отдалечен еcran.



Какво ще се случи, ако един от процепите бъде закрит?

Фиг. 5

Дори след дадени инструкции повече от половината студенти считали, че част от полученото изображение трябва да остане. Някои предполагали, че линиите ще изчезнат през една. Ясно е, че те не си „припомнят“ този резултат. По-скоро те правят аналогия с други ситуации, които са наблюдавали (като например ситуации със светлина и сенки, където ефектите на интерференцията не са забележими) и разсъждат, спомняйки си общи принципи. (Предполагам, че един възможен принцип, който е сработил в случая е „намалена причина води до намален резултат“.)

Един втори пример илюстрира, че спомнянето естествено зависи от контекста. Стайнберг и Сабела зададоха два еквивалентни въпроса върху първия закон на Нютон на студенти по инженерна физика при Университета в Мериленд. И в двета студентите трябваше да сравнят силите, действуващи върху едно тяло, движещо се вертикално с постоянна скорост. Единият въпрос беше зададен с физични термини, използвайки лабораторен пример („метална сфера лежи върху платформа, която се движи плавно надолу с постоянна скорост“). Другият въпрос беше зададен с термини от ежедневието („асансър се изкачва с постоянна скорост, теглен от въже...“). И в двете

задачи студентите бяха инструктирани да пренебрегнат съпротивлението и триенето на въздуха.

На въпроса, формулиран с физични термини, 90% от студентите дават правилен отговор, че силата на реакцията върху сферата е равна на действащата надолу сила на гравитацията. На въпроса от ежедневието само 54% от студентите избират правилния отговор, че силата, действаща нагоре, е равна на силата, действаща надолу и дължаща се на гравитацията. Повече от една трета от студентите, 36%, избират един често срещан погрешен отговор, че силата действаща нагоре е по-голяма от силата действаща надолу и дължаща се на гравитацията.

Силната зависимост на отговорите на студентите от контекста е нещо обикновено, особено ако студентите току що са започнали да изучават физиката. Студентите не са сигурни за условията, при които действат правилата, които са научили, и затова ги прилагат или в твърде широки, или в твърде тесни граници. Студентите често възприемат по доста различен начин задачи, които за един експерт изглеждат еквивалентни.

Някои когнитивни цели

Имайки тази основна когнитивна рамка, можем да разсъждаваме по-разширено какво искаме да получат студентите от нашите курсове по физика. Първо, ние искаме в основата на дълговременната памет на нашите студенти да има стабилно усвоени елементи. Второ, ние искаме те да организират тази памет по един кохерентен начин, така че моделите на активиране да водят както до една цялостна логично-последователна структура, така и до активиране при подходящите условия.

С по-обикновени термини може да преформулираме тези цели така: Освен че студентите трябва отлично да усвоят съдържанието на предмета физика, те трябва добре да разбират основните физични концепции (да виждат „смисъла“ на физиката) и да организират своите знания функционално (т.е. да имат ясно и логично разбиране за физиката, която изучават, така че да я използват ефективно).

4. РЕЗУЛТАТИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Общите познавателни цели са особено важни за студенти, които няма да продължават изучаването на физиката. Традиционното оценяване често се съсредоточва върху изкуствено припомняне на съдържанието и пропуска тези по-широки цели. Ние трябва да разработим такива начини за оценка на нашите студенти, които да проверяват не само наличието на правилни концепции, но и тяхната зрялост в разнообразието от контексти.

(По материал на Интернет)
Превод от английски със съкращения: Динко Динев

VEIT 2005

Четиринадесета международна лятна школа „Вакуумни, електронни и йонни технологии“ (VEIT), 12-16 септември 2005, Слънчев бряг, България

Международната школа „Вакуумни, електронни и йонни технологии“, VEIT, е научно събитие с повече от четвъртвековна традиция, което се организира на всеки 2 години от Института по Електроника, БАН. Основната цел на школата е обмен и широко разпространение на знания и идеи за достиженията и развитието на вакумните, електронните, йонните и плазмени технологии. На този форум се представят лекции и обзори посветени на съвременното състояние на изследванията и приложенията на тези технологии както във фундаментално-физически аспект, така и в инженерно-приложен план. Школата се ползва с голям авторитет у нас и в чужбина и отдавна е намерила заслужено място в календара на големите световни научни форуми по тематиката. От 2001 година насам школата се организира и провежда съвместно с Института по Физика на Йонните Снопове и Материалознанието, Изследователски Център Росendorf, Германия.

Четиринадесетата международна лятна школа „Вакуумни, електронни и йонни технологии“, VEIT'05, беше проведена от 12 до 16 септември 2005 г. в Слънчев бряг. Школата беше спонсорирана от Българска Академия на Науките, Изследователски Център Росендорф и Фондация „Еврика“. Научната програма на школата беше формирана от Международен Консултативен Комитет в който участват световно признати учени в областта. В програмата бяха включени следните основни научни направления:

- Израстване на слоеве посредством разпрашване и йонно-асистирано отлагане;
- Йонно и лазерно обработване на твърди повърхности и тънки слоеве;
- Покрития за приложения в механиката, оптиката, електрониката, магнетизма;
- Анализ на твърди повърхности и тънки слоеве;
- Плазмени процеси и диагностика;
- Моделиране и компютърно симулиране

В работата на школата взеха участие 122 учени от следните страни: Бел-

гия, България, Великобритания, Германия, Дания, Канада, Мексико, Португалия, Румъния, САЩ, Сърбия и Черна гора, Унгария, Франция, Холандия, Чешка република, Швейцария, Швеция. В 11 пленарни сесии бяха представени 22 поканени лекции и обзорни доклада от изтъкнати учени. Участниците в школата представиха общо 102 доклада в 3 постерни сесии. Повече от половината от представените лекции и доклади ще бъдат публикувани в специален брой на международното научно списание „Plasma Processes and Polymers“, WILEY-VCH. Като цяло, работата на школата премина на много високо научно ниво, в делова и творческа атмосфера. Наред с научната част, школата беше спътствана и от редица други прояви и неформални дискусии и срещи. Всичко това е една много добра предпоставка за създаване и развитие на контакти на българските учени, особено на по-младите, и приобщаването им към значими научни проекти и колективи в световен мащаб.

Абонирайте се за „Светът на физиката“

на адреса на редакцията –

в канцеларията на СФБ или в тази

на Софийския клон на СФБ

и във всички пощенски станции – кат. № 1686.

Годишен абонамент – десет (10) лева.

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

„ХORIZОНТИ НА ФИЗИКАТА“

Международната конференция „Хоризонти на физиката“ бе заключителната проява на българското участие в Годината на физиката '2005. Организатори на конференцията бяха Софийският университет „Свети Кл. Охридски“, Физическият факултет на Университета, Българската академия на науките и Съюзът на физиците в България. Конференцията се състоя на 29.X.2005 г. в Аулата на университета. На конференцията присъстваха официални гости от България и чужбина, физици от висшите училища и БАН, ученици и студенти. След нейното откриване от акад. М. Матеев – председател на СФБ, приветствие поднесе българският президент Г. Първанов и бяха наградени учениците, получили отличия в международни състезания през Годината на физиката: Международната олимпиада по физика в гр. Саламанка – Испания, Международния турнир на младите физици и Световния турнир „Млади таланти по физика“. Наградените получиха и книга, съдържаща най-интересните статии, публикувани в сп. „Светът на физиката“ – издание на СФБ.

Научната част на конференцията започна с доклад на акад. Владимир Кадышевски – директор на ОИЯИ-Дубна, Русия, който говори за проблемите в структурата на материята като предизвикателство за физиците от новото поколение. Програмата предвиждаше интересни доклади и от видни български физици-изследователи: акад. Н. Съботинов от ИФТТ – БАН, на тема „Развитие на медните ла-зери“; проф. С. Петков от Международната школа по висши изследвания в Триест, Италия, на тема „Нови резултати и перспективи във физиката на неутриното“; акад. Ал. Петров от ИФТТ-БАН на тема: „Физика на меката материя“. По време на обедната почивка в централното фоайе на Университета бе открита художествена изложба-живопис на Хр. Симеонов, посветена на Годината на физиката.

Следобедните заседания на конференцията продължиха с награди за Младите таланти, връчени от проф. М. Дюклоа от Университета Париж IX, Франция и председател на Европейското физично дружество за 2001-3 г., когато с „Физика на сцената“ възникват първите инициативи, достигнали своя апогей в Световната година на физиката '2005. Ст.н.с. Д. Динев информира присъстващите как е протекла светлинната щафета „Физиката осветява света“, състояла се на наша територия на 19.4.2005 г. и в която са взели участие 32 страни по света с около 65 000 участници. Според международна преценка България заема 6-то място по участие в тази световна проява, посветена на Годината на физиката.

В научната тематика на следобедното заседание бяха включени докладите на акад. Ст. Панчев „Времето и климата – актуални проблеми на физиката“ и на акад. М. Матеев „Физика на високите енергии“, както и изказването на проф. М. Дюклоа.

Конференцията бе съпътствана от още едно важно събитие, свързано с историята на българската университетска физика: във фоайето на Университетската библиотека бяха показани ръкописни и печатни издания, по които са били четени първите лекции по физика след основаването на Университета до съвременните учебници, които ползват днес студентите от Физическия факултет.

Проф. д.фн Людмил Вацкичев



**International Conference
Advances in Physics and Astrophysics of the 21st Century
September 6–11, 2005, Varna, Bulgaria**

**Световна година на физиката
ФИЗИКАТА И АСТРОФИЗИКАТА НА 21 ВЕК
6–11 септември 2005 г., Варна**

От 6 до 11 септември 2005 г. във Варна бе проведена международната конференция „Advances in Physics and Astrophysics of the 21st Century“. Конференцията бе организирана от Секцията по физически, математически и геологични науки при Хумболдтовия съюз – България във връзка с честванието на Световната година на физиката и бе спонзорирана от фондацията „Александър фон Хумболт“ в рамките на Специалната програма „Пакт за стабилност за Югоизточна Европа“. Първоначално обявените цели бяха формулирани както следва: преглед на новите насоки в изследванията, представяне на нови резултати, подкрепа на международното сътрудничество и иницииране на нови научни проекти. Въпреки разнообразието на теми от различни области на физиката в хода на конференцията участниците приветстваха предоставената им в духа на традициите на фондацията „Александър фон Хумболт“ възможност да се срещнат с хора от различни възрасти и националности, обединени от интереса си към физиката като хоби, професия или призвание, да се запознаят какво се случва в съседната лаборатория или институт и да оценят ролята на физиката в живота на съвременното общество.

Конференцията бе открита с приветствия на председателя на Съюза на физиците в България академик Матей Матеев и председателя на Балканския физически съюз професор д-р Иван Лалов. Трябва да се отбележи, че броят на слушателите в определени моменти значително надхвърляше този на регистрираните участници (68 от 10 страни), като поставяше на изпитание размерите на голямата зала на Творческия дом на БАН, а присъствието на пред-

ставители на местната преса и радио ни караше да се чувстваме в центъра на значимо медийно събитие.

По-нататък представяме накратко статистиката на конференцията. В седемте сесии (Перспективи на математичната физика, Теоретична и експериментална астрофизика, Турбулентност, хаос, самоорганизация, сложни системи, социо- и иконофизика, Физика на лабораторна и термоядрена плазма, Лазерна физика и квантова оптика, Кvantови ефекти в кондензирани среди, Физика и технология) бяха изнесени 17 поканени лекции и 12 доклада, а в специално предназначената за млади учени, студенти и докторанти постерна сесия бяха представени 15 постера. Поканените лектори са учени с международно признат авторитет в своите научни области, сред тях – един Нобелов лауреат (Клаус фон Клитцинг – Германия) и четирима носители на наградата „Александър фон Хумболдт“ (Антония Шиварова и Иван Тодоров – България, Игор Грабец – Словения и Брус Шор – САЩ). За интересуващите се трябва да споменем, че се подготвя издаването на презентациите като електронно приложение (CD) към септемврийския брой на Bulg. J. Phys.

Извън сухата статистика остават: лекциите, професионално представени от лекторите така, че да задоволят любопитството на широката аудитория и да не бъдат скучни за специалистите, както и отлично подгответните постери; дискусиите по всякакви въпроси по всяко време и навсякъде – в залата за лекции, по време на постерната сесия или на съвместните закуски, обеди и вечери, по време на екскурзиите в Балчик и Калиакра, при среднощното посещение на дискотеката „Ароганс“ или при характерното за студентите от всички възрасти бягство от лекции (например с цел посещение на плажа) както и на прощалната вечер в „Трифон Зарезан“ с взривоопасната смес от македонски песни и червено вино. Перфектното обслужване в Творческия дом на БАН – Варна и в прилежащия ресторант допринесоха много за създаването и поддържането на подходяща атмосфера на този уникален научен форум.

ст.н.с. II ст. д-р Владимир Атанасов
секретар на Организационния комитет

ЕВРОПА СКОРО ЩЕ ПРИВЛИЧА НАЙ-ТАЛАНТЛИВИТЕ СВЕТОВНИ УЧЕНИ



Клаус фон Клитцинг е роден на 28 юни 1943 г. в Германия. Физика в университета в Брауншвайг. 10 години работи като изследовател в университета във Вюрцбург. Защитава дисертация на тема „Галванометрични свойства на телур в силни магнитни полета“. Получава научна степен „доктор“. Работи в Кларенденската лаборатория в Оксфорд и в лабораторията „Силни магнитни полета“ в Гренобъл. Фон Клитцинг става професор в Мюнхен през 1980 г. За откриването на квантовия ефект на Хол е удостоен през 1985 г. с Нобеловата награда за физика. От 1985 г. е директор на Института за изследване на твърдото тяло „Макс Планк“ в Штутгарт. Сега фон Клитцинг се занимава с изследване на поведението на електронни системи с изключително малки (нато) размери при ниски температури и силни магнитни полета.

Клаус фон Клитцинг взе участие в международния научен форум «Физика и астрофизика на 21 век», посветен на Световната година на физиката, организиран от българските стипендианти на фондация „Александър фон Хумболт“, който се проведе във Варна.

– Г-н фон Клитцинг, как избрахте физиката за научните си занимания?

– В гимназията, където учех, дисциплината физика не се преподаваше добре. Затова се насочих и започнах сериозни занимания с математика. Първата ми идея бе да се занимавам с математика и в университета. Но после тя ми се стори много суха материя и отново преминах към физиката, но с цел в тази наука да използвам математиката. И така да решавам реални проблеми. По онова време разбрах, че физиката е изключително интересна и твърдо реших да се посветя на тази наука.

– Участието Ви в международната научна конференция във Варна е признание и за развитието на българската наука, за нивото на български-те учени. Как преценявате завършилия форум?

– Организираната от Хумболтовата фондация научна конференция показва усилията, които се полагат за все по-голямо разширяване на контакти с млади учени от всички страни. Това е една от целите при организирането й. Много сериозни връзки са установени и се поддържат със Съюза на физиците в България, много от участниците в тази конференция също са свързани с Хумболтовата фондация, носители са на нейни награди. Връзката между германските и българските учени е главно чрез тази фондация и аз дойдох да се срещна с колеги.

Организацията и тематиката на форума съдействаха за утвърждаването на тесни контакти между български и немски учени. Многото германски учени дойдоха специално за тази среща, защото това е важна, специална конференция, в която участват приоритетно двете страни.

– Бихте ли обяснили за широката аудитория с какво точно се занимавате? Можем ли да добием представа за открытието Ви, заради което сте Нобелист?

– Обяснението е трудно. Но едно е ясно – физиката като цяло е изключително интересна. Акцентът на срещата във Варна са нанотехнологиите и квантовата физика. Тези области се развиват най-бурно в момента. От тях се очаква твърде много. И аз се занимавам с нанонаука, която изучава свойствата на обекти с размери хиляда пъти по-малки от микрона. Главното приложение на явлението, което открих, е в точното измерване на фундаменталните физични константи. Аз открих стабилна единица за електричното съпротивление, която се прилага в международния стандарт. Това е важно за уеднаквяване базата на индустриите. Открытието дава една и съща база за обмен на продукти. Това е важно и за физиката, за квантовата механика. Знаете, че тази година е обявена за международна, посветена на физиката, защото Айншайн е бащата на квантовата механика. А тя е създадена и въведена с практическо приложение. Моето откритие помага за въвеждането на квантовата механика в модерната наука.

Квантовата механика вече може да се прилага в най-малките измерения, при най-малките величини – атомите и в наноелектрониката. Най-новите ми проучвания са свързани с приложението на това ново поле на квантовата механика в реално микроскопични мащаби в наноелектрониката. Те развиват, разширяват микроелектрониката в наноелектроника. Използваме ново количество от квантовата електроника в тези структури.

– България вписва ли се в тези научни направления?

– Вие нямаете достатъчно оборудвания, подходящи лаборатории и затова тук няма възможност да се развива наноелектрониката. До върха на научните въпроси на наноелектрониката не можете да стигнете именно заради базата. А подобни изследвания са изключително скъпи, необходима е най-moderna апаратура, която струва много.

Досега у вас не съм виждал съвременно оборудвани лаборатории, например като в Япония. Но българските физици имат достатъчно постижения и въпреки тежките условия, в които работят, те са известни на международната научна колегия.

– Все пак не намирате ли разлика и то положителна за развитието на страната ни и за възможностите научните дейци да работят, след поредното Ви гостуване?

– Преди 35 г. бях на почивка тук, в Бургас. Тогава дойдох за първи път в България. Това бе първата ми ваканция с жена ми. Пътувахме, спомням си, в

много стар автобус до Варна. Сега, естествено, намирам голяма разлика. Но за развитието на съвременната наука наистина са необходими огромни разходи.

– Как стигнахте до Нобеловата награда? Подобно отличие какво носи?

– Не искам да стоя в центъра на публичността. Не съм се и стремил към титлата. Ако вземеш Нобелова награда, трябва да я защитаваш непрекъснато. Опитвам да се държа не като лауреат.

– Това, може би, е въпрос на личностни качества, на характер. Но имате и благородническа титла. С какви имена се слави родът Ви?

– Да, пред фамилията ми има „фон“, от 1260 г. са корените на рода ми. Имали сме стари замъци, земи, но днес вече нищо специално не е останало. Сега няма разлика между хората с титла, с благороднически произход и другите, които не притежават такава. Най-известните сред дедите ми са били военни и фермери, занимавали са се със селско стопанство. Това е основната характеристика на дългогодишния ми род. Такива са били основите, поставени в далечното минало.

– Днес кое според Вас, е най-важното, към което да се насочват младите хора, кое цените високо?

– Образоването, знанието и науката са важни за бъдещето на живота, за света на новите генерации. Нека окуражаваме младото поколение да приема образоването и науката, да работи за научното развитие. Движещата сила на бъдещето е науката – химия, физика, инженерни дисциплини и други. Към нея трябва да се привличат, да се обучават повече хора, те да генерират нови идеи и продукти, да се правят открития. Основа за това е стабилна база в различните области, които е необходимо да се развиват. Хората, които се занимават с наука, трябва да се окуражават във всички страни. А навсякъде в чужбина намалява броят на младите, които тръгват по този път. Това е обществен проблем, имаме го и в Германия. И точно като Нобелов лауреат имам задължение да привличам младежи към науката, да я пропагандирам.

– Изтичането на мозъци към световните научни центрове е факт. Тревожи ли Ви този процес?

– Повечето от Нобеловите лауреати също са привлечени от световните лаборатории, повечето живеят в САЩ. Но всяка страна е добре да фокусира усилията си, за да върне у дома най-талантливите. В Европа и в Германия са разработени специални програми, насочени към най-изявлените учени. И не е важно колко от заминалите ще се върнат, а колко от тях са качествени, отлични, съвършени. Програмите дават на изследователите чувството за свобода да избират, да работят и да предпочетат родината си. Вярвам, че Европа ще стане скоро толкова интересна в научен план, че наистина способните да дойдат тук. Виждам индикации за това, което може да се случи, и у вас.

– Има ли граници за развитието на физиката?

– В миналото се мислеше, че всичко сме открили, че нищо ново не може да се очаква, но мисля, че броят на въпросите се увеличава и че ние не разре-

шаваме повече проблеми, не откриваме отговори повече от преди. За физика е важно съдържанието на въпроса, за обикновените хора – интерфейса, облика, защото имаме повече въпроси, отколкото отговори. Аз също задавам повече въпроси, отколкото мога да отговоря. За сега не виждам насищане с въпроси, които да останат без отговор. Абсолютно съм сигурен, че ще има изненади в бъдеще, когато ще имаме ново развитие за комбиниране на това, което знаем, за да получим нещо ново и голямо и да получим по-ясна картина. Старите въпроси, които ни вълнуваха се превръщат в парадокси. Все повече въпроси, все повече парадокси. И ще има изненади. Защото не може знанието да се насяти, да се отговори на всичко.

– Независимо от дълбочината и широтата на знанията Ви, случвало ли Ви се е да останете изумен от даден факт, явление?

– Когато направих откритието си, се изненадах. Беше 2 ч. сутринта в лабораторията ми във Франция. Не очаквах случилото се. И питахте кое е особено ценно за младите? То е да се вглеждаш в природата и да я проумееш – това е най-важното. Да си поставиш въпрос и да се опиташ да отговориш. Никога не съм се опитвал да направя моето откритие. Не съм се стремил специално към него. Затова винаги казвам, че физиците трябва да са с отворено съзнание, да имат вкус към новото, да го усещат, да са непредубедени, без предразсъдъци, да очакваш всичко, да не се успокояваш, винаги да търсиш. И да имаш свободата да проучваш всичко. Затова група учени бяхме в Европейската комисия, за да разясним, че програмите, които се предлагат, трябва да осигуряват по-широко поле за изява, да са насочени към усъвършенстване на всичко в нашата област, и това да става в Европа. Това доведе до основаване на Европейски научен съвет за проучвания. Но в науката се намесват и политически и икономически фактори.

– А човешкият ум има ли ограничения?

– Не мисля, че има някакви ограничения. Но все пак нека приемем, че има въпроси, на които не можем да отговорим. В това, което ни заобикаля, в тази част от природата, сме ограничени в някаква степен. Защото използваме времето и пространството по начин, по който не би трябвало. Физиците имат по-голяма отговорност относно глобални въпроси за Земята като цяло. Трябва да погледнем над политическите граници. Науката е силата в света, с която може да се сътвори по-добър живот за нациите. Това е моята надежда, това е силата на науката.

Всяка страна да фокусира усилията си, за да върне най-талантливите.

Има въпроси, на които не можем да отговорим

Да погледнем над политическите граници!

Интервю на Проф. д-р Клаус фон Клитцинг,

Нobelов лауреат за физика – 1985 г.

пред кореспондентката на в-к Черно море, Варна, Донка Христова

ЗА МИСЛОВНИТЕ ЕКСПЕРИМЕНТИ В НАУКАТА

Б. Грозданов

Ако съществува пространствена граница на Вселената, можем да хвърлим копие към нея. Ако копието прелети през нея, ще се окаже, че тя не е граница; ако копието отскочи, то тогава трябва да има нещо отвъд предполагаемия край на Вселената – нещо като космическа „стена“, която е в пространството и която спира копието. И в двата случая, не съществува граница на Вселената; пространството е безкрайно.¹

Този елегантен текст е един от най-древните запазени опити на човека да научи какви са свойствата на Вселената, като се осланя изключително на разума си, а не на наблюдения. Пасажът от *De Rerum Natura* на Лукреций е класически пример за това, което съвременната наука нарича мисловен експеримент. Както реалните експерименти, осъществени физически, мисловният тръгва от начални условия, преминава през някаква операция и достига до резултати, които ни казват нещо ново за физическия свят. За разлика от реалните експерименти обаче, мисловните протичат единствено в мисълта на своя създател. За първи път през 1883 година Ернст Мах употребява термина *Gedankenexperiment*² и така откроява технически вид умозаключения в науката според група характерни особености. Мах е значително благоразположен към мисловните експерименти; показателно в това отношение е неговото разбиране, че те „разширяват опита“. Самият термин съдържа компонента „експеримент“ и това демонстрира изключителното значение, което често се отдава на мисловните експерименти както в точните науки, особено физиката, така и в хуманитарните. Мисловните експерименти са характерни с особената позиция, която заемат, обикновено на границата на две или повече дисциплини. Така например, най-ранните запазени примери са дело на античните философи, които по това време са били и единствените учени, т.е. единствените, които са се опитвали в някаква степен да дадат систематично описание на природата. Най-влиятелните от тях – мислители, чийто учения са познати и днес и които дават начало на редица съвременни доктрини, използват мисловните експерименти като силно оръжие, което разкрива определен проблем и предлага вариант за неговото решение.

Горният пример от Лукреций е може би един от най-изчистените и популярни експерименти но съвсем не е единственият. Апориите на Зенон от Елея, които продължават да впечатляват и съвременния читател с остротата на разкритите парадокси са типични мислени експерименти. Силата на тяхното

въздействие се крие от една страна в очевидността на техните предпоставки, но от друга, в логически естествения преход към парадоксални резултати, като например този, че Ахил, макар и много по-бърз от костенурката, никога не може да я достигне.

Една от запазените марки на мисловните експерименти е именно често зашеметяващият резултат на тяхното заключение. Като класически пример, освен парадоксите на Зенон за движението и множествеността, може да послужат *Падащите Тела* на Галилео, *Демонът* на Максуел, в по-ново време *АПР* и *Котката на Шрьодингер*. Често този резултат противоречи или на здравия разум, опрян на сетивния опит, или на определена авторитетна доктрина. Изключителният метод на мисловните експерименти се състои в специфична комбинация на въображение и логическо мислене, която води по картичен но убедителен начин до дефиниране на проблем, разкриване на парадокс или просто поставяне на интересен въпрос. В този смисъл мисловните експерименти заемат уникално място на границата на поне две проблемни полета: полето на философските проблеми и полето на научните проблеми.

Огромното мнозинство от научни мисловни експерименти, най-често във физиката и особено в последно време, представлява изключителен интерес за философията на науката. Проблемите, които подобни мисловни експерименти третират, са гранични както за точния метод на науката така и за хуманитарния метод на философията. Самият факт на продължаващите интерпретации на някои експерименти [като *АПР* например] може да се интерпретира като илюстрация на една своеобразна колаборация между физиката и философията. Така например, само за последните 10 – 15 години бяха публикувани внушително количество книги и статии, касаещи изключително мисловните експерименти във физиката. Една от най-популярните книги е на канадеца Джеймс Браун и носи многозначителното заглавие „Лабораторията на разума“. Онова течение от съвременни философи на науката, което в голямата си част е образовано в традицията на точните науки, приема проблемите, поставени от мисловните експерименти в науките като реални философски проблеми. Ако едно такова разбиране има основания, мисловните експерименти могат да се окажат в ролята на „парламентъри“ между двата лагера, обрисувани от Чарлз Пърси Сноу в неговата дистинкция на „двете култури“, научната и литературната [или, по-общо, хуманитарната]. Развитието на „войната“ между представители на двете култури и особено след разгорещената битка около аферата на Алън Сокал през 1996 година би могла да изглежда без особени перспективи за намиране на общ ценностен и комуникативен фундамент. Интересното е, че точно по това време тече като паралелен процес – развитието на дебата за мисловните експерименти в науката, поддържан от анти-пост модернистично възпитани философи на науката, които Сноу и Сокал вероятно биха класифицирали като представители на

„точния“ лагер. Песимизъмът на Нобеловия лауреат Стивън Уайнбърг, който на различни места изтъква противоречията между философията и физиката като непримириими, би могъл да бъде туширан с илюстрация като тази за ролята на мисловните експерименти като своего рода интердисциплинарен „буфер“ от интереси.

Независимо от всичко, ролята на мисловните експерименти в науката е предмет на спорове, продължаващи и до днес. Така например, още през 1914 година Пиер Дюем изразява скептицизма си, че мисловните експерименти могат да бъдат толкова полезни както реалните. Както показва историята на физиката обаче, мисловните експерименти периодично играят изключително интересна и важна роля за развитието на научното познание. От Античността е традиционна нагласата, че знаенето и правенето са две различни дейности. Знаенето се приема за по-значимо от правенето и този възглед продължава да властва като обща научно-философска рамка до 17 век.³ Тогава правенето престава да се смята за принципно различна и следователно по-низша дейност от знаенето и хората с философско отношение към света (Франсис Бейкън) и учените (Галилео Галилей) приемат тезата, че чрез правене могат да се научат неща за света, които преди или са били смятани за недостъпни за познанието, или са били пренебрегвани по причини на традицията. В сферата на науката и научното познание един определен вид правене, експериментирането, се издига до високия статут на основен инструмент на науката. В историята на науката различаваме два основни вида експериментиране: *реално експериментиране*, което представлява осъществяване на действие или серия от действия, представляващи манипулиране поведението на физически обекти, и *мислено експериментиране*, което е мислен модел на евентуално осъществима манипулация на поведението на физически обекти, без да намесва самата физическа манипулация. Ако традиционно природата на реалните експерименти се приема за повече или по-малко ясна, положението с мисловните експерименти не е без проблемно. Различните философски и научно-философски традиции третират по множество и различни начини статута на мисловните експерименти. При Аристотел например, мисловните експерименти илюстрират хипотези и аргументи, без да съществува очакване, че те ще бъдат осъществени на практика. При Зенон заключенията на мисловните експерименти противоречат на действителния опит. При Галилео няма ясно очертана граница между мислените експерименти и реалните експерименти. На практика експериментирането извества архаичния тип „научно“ познание, който се основава на традиция, религиозна догма или суеверие.⁴

Ортодоксалният натурфилософски възглед за теорията и експеримента е близък до следната стандартна формулировка: изследователите се сблъскват с феномени; за да се обяснят тези феномени, зад тях се постулира „свят“, който трябва да бъде реалният (физически) свят. Тъй като науката се зани-

мава с това, което реално или безусловно съществува, постулираният свят трябва да бъде изваден на „светло“, трябва да бъде раз-(с)крит. Разкриването в античността се постига чрез иепсяб, оригиналният смисъл на термина е аспектът, под който нещо показва себе си. Съзерцателният подход е сърцевината на античната доктрина, която Аристотел успява да превърне във во-деща чак до века на научните революции, когато учени и философи като Галилео, Бейкън и Нютон приемат, че той е изчерпал своите възможности и трябва да се сменят с далеч по-активна експериментална позиция. За да се получи ново познание за физическия свят, е необходимо да се взаимодейства активно, а не просто съзерцателно-пасивно с него. Науката трябва да стане експериментална, както призовава Бейкън, тя трябва да провокира физичес-кия свят и така да го „принуди“ да изложи на показ своите скрити характе-ристики. В груб план може да различим две изходни позиции: а) съзерцател-на (пасивна), при която ученият просто наблюдава това, което може да види без друга дейност и б) експериментална (активна) – ученият активно взаимо-действа с физическия свят, провокира го и интерпретира получените „откри-ти“ данни. Модерната терминология на философията на науката използва съответно етикетите „репрезентация“ и „интервенция“ и традиционното раз-биране е, че това са различни дейности.

Ако приемем модела, според който съзерцателният подход на Аристоте-лиянската доктрина се е изчерпал, и интервенциите са наложителни, ако иска-ме да получим ново познание за физическия свят, съществува една широко подкрепена и особено популярна напоследък теза, според която преходят от съзерцание към експеримент, ако може така грубо да се квалифицира многопластвият процес на научните революции, е преход единствено и изключител-но към физическа манипулация на физическия свят. Голям процент от изсле-дователите на науката сякаш мълчаливо приемат, че „експеримент“ е иден-тично с „физически експеримент“ и всяка активна манипулация на физичес-кия свят, по подразбиране, се остваща само посредством физически екс-перименти. Това е естествено продължение на началния патос от периода на 17 век, когато Бейкън призовава за „evoking [извикващи]“ устройства, които „редуцират несетивното до сетивно“. Целта е да се получат сетивни [физичес-ки] данни, които да бъдат интерпретирани и които не биха могли да се получат освен чрез физическа манипулация, т.е. физически или реален експеримент.

Научният експеримент придобива високия статус на епистемологичен регулятор на научните хипотези и теории. Експериментът се превръща в край-ния авторитет за истинността и обяснителния капацитет на теориите, чиято основна цел е да предложат описателен по същността си вариант за същ-ността на, най-често, физическия свят. Той се оказва в положението на кри-терий и инструмент за установяване на демаркацията между научно и нена-учно познание. Ако една теория не издига хипотези, които са експериментал-

но проверяме, тя не се приема за научна. В повечето от случаите под „експеримент“ в науката се разбира „реален експеримент“, т.е. експеримент, който представлява интервенция във физическия свят. Историята на науката обаче показва и ролята на другия тип експерименти, които не са физическа, а различна, рационална по своята същност интервенция и имат претенции посредством манипулиране на това, което е рационално наблюдавано, да достигат до истинно и оправдано познание за физическия свят. В епистемологично отношение мисловните експерименти много наподобяват *a priori* тип познание, т.е. оправдаване на предпоставките и заключението на експеримента без участие на опита. Доколкото реалният експеримент променя физическите параметри на наблюдавания сегмент от действителността чрез физическа манипулация и доколкото мисловният експеримент променя познавателните параметри на рационално наблюдавания сегмент от [физическата] действителност чрез интелектуална интервенция, нито един от двата експеримента не гарантира достъп до непроменен от изследването обект, т.е. достъп до обекта, както е сам по себе си. Според известния съвременен изследовател на научното експериментиране и интервенционизма, канадец Иън Хакинг, лайтмотивът зад подобни съображения е, че експериментът няма достъп до никой аспект от света, както е той сам по себе си, поради това, че притежават определен тип теоретична зависимост. Експериментът има достъп единствено до света, такъв, какъвто ни го разкрива интервенцията, физическа или рационална. Поради ограничеността на пасивното съзерцателно описание, за да се получи ново познание за действителността, според науката е необходимо да се интервенира в него. Метафизическият модел *свят – описание* трябва да се замени с модела *свят – интервенция – описание*.

Ролята на мисловните експерименти за растежа на научното познание през 20 век е изключително оспорвана. Въпреки недоверчиви позиции като тази на Дюем, че те не са толкова полезни както реалните експерименти⁵, историята на науката недвусмислено показва, че редица мисловни експерименти играят критична роля не само за растежа на научното познание, а и, по думите на влиятелния философ на науката от 20 век, Томас Кун, за ревизията на научните теории и дори за смяна на научните парадигми. Популярни илюстрации са такива мисловни експерименти като *Влаковия мисловен експеримент* на Айнщайн, който играе важна роля при отхвърлянето на абсолютната едновременност и така дава аргумент в полза на налагането на Специалната теория на относителността, като *АПР* – мисловният експеримент на Айнщайн, Подолски и Розен, който цели изобличаване в непълнота на традиционната Копенхагенска интерпретация на квантовата механика, като *Котката на Шрьодингер*, също насочен срещу Копенхагенската интерпретация и редица други мисловни експерименти. Историческите примери демонстрират, че мисловните експерименти имат своето сериозно място в науката.

В последните години на 20 век и първите години на 21 век дебатът между философите на науката за природата, характера и перспективите на мисловните експерименти достигна своята критична точка в колизията на позициите на Джеймс Браун, Джон Нортън, Рой Съоренсен, Иън Хакинг, Ненад Мишчевич. Позициите и особено в познавателната плоскост на дебата са групирани около водещите линии на Браун, влиятелен философ на науката от Университета в Торонто, който защитава тезата, че някои мисловни експерименти се провеждат a priori, и водят до стойностно познание за физическия свят и Нортън, от Университета в Питсбърг, който критикува ролята на мислените експерименти и поддържа, че те не са нищо друго освен логически аргументи, облечени в несъществени картички детайли, които не водят до значимо ново познание за физическия свят. Същността на централния дебат се свежда до произхода на причините, които оправдават предпоставките и заключението на мисловните експерименти. Емпириците приемат, че нищо освен опита не би могло да оправдае валидността и, евентуално, истинността на заключението на който и да е мисловен експеримент, докато анти-емпириците приемат, че поне в някои случаи, независимо колко редки, заключението може да се приеме като валидно и даже истинно, без да бъде оправдано от опита. Измежду най-коментираните мисловни експерименти и в двата лагера е известният мисловен експеримент на Галилео с падащите тела:

*Падащите Тела: Аристотелианско-Схоластичната теза за движението на телата е, че тежките тела падат по-бързо от леките ($T > L$). Тогава, от една страна, една комбинирана система от тежкото и лекото тяло би трябвало да пада по-бързо от самото тежко тяло; ($T+L > T$), но от друга страна, лекото тяло поради по-ниската скорост на падане на леките тела би трябвало да „забави“ комбинираната система ($T+L < T$). Полученият резултат е логическо противоречие, което представлява класическо *reductio ad absurdum* на първоначалния тезис, че тежките тела падат по-бързо от леките. На него-во място идва единственият незасегнат от противоречието тезис, че телата падат с една и съща скорост независимо от своето тегло ($T = L = T + L$).*

Джон Нортън предпочита да интерпретира този изключително влиятелен в историята на науката мисловен експеримент просто като логически аргумент. Браун от своя страна защитава тезата, че нов опит, освен този, който предпоставките на експеримента касаят, не е необходим за да се достигне до валидно заключение. Аргументите по дебата са все още на масата, но това, което е извън съмнение, е, че по красив и прост начин и без извършване на каквито и да било физически измервания или наблюдения Галилео установява нещо ново и интересно за физическия свят.

Силата на мисловните експерименти се състои далеч не само в установя-

вянето на нови положения в науката. Те, както показва и самият текст на *Падащи Тела*, успяват успешно да се справят и с погрешни вярвания, по една или друга причина устояли на ветровете на ревизиите в науката. В по-ново време впечатляваща илюстрация на тази способност на мисловните експерименти да откриват и отстраняват скрити противоречия е известния *Влаков мисловен експеримент* на Айнщайн, който е насочен срещу принципа на абсолютната едновременност:⁶ *Нека да си представим крайжелезопътен насип, влак, който се движи със скорост в спрямо насипа и лъч светлина със скорост с, който е изльчен по протежение на насипа. Въпросът, който Айнщайн задава, е: „Каква е скоростта на светлинния лъч спрямо влака?“* Следвайки класическото правило за събиране на скоростите трябва да бъде $w = c - v$. В този случай скоростта на светлинния лъч по отношение на влака излиза по-малка от c . Това обаче е в конфликт с принципа на относителността, тъй като, както всеки друг общ закон на природата, когато бъде разгледан съобразно с принципа на относителността, законът за предаването на светлина *in vacuo* трябва да бъде същият както за влака като референтна система така и за насипа като референтна система. Дileмата: или принципът на относителността, или принципът за скоростта на светлината трябва да бъде отхвърлен. Независимо от всичко обаче, принципът за скоростта на светлината е необходимо следствие от уравненията на Максуел и Лоренцовата електромагнитна теория и не може да бъде отхвърлен; в същото време Айнщайн поддържа, че и принципът на относителността не може да бъде отхвърлен. След анализ на понятията за време и пространство Айнщайн твърди, че става ясно, че в действителност не съществува и най-малката несъвместимост между принципа за скоростта на светлината и принципа на относителността. Чрез поддържането на двата от тях ние достигаме до логически издържана теория [Специалната теория на относителността]. Преди теорията на относителността е широко прието твърдение-то, че времето [на дадено събитие] има абсолютна значимост [валидност], т.е., че е независимо от състоянието на движението на референтната система [тяло]. Ако отхвърлим тази предпоставка, конфликтът между принципа на относителността и принципа за скоростта на светлината изчезва. Трите главни принципа, приети в мисловния експеримент са принципът на относителността [в ограничен вариант, ПО], принципът на постоянството на скоростта на светлината [принцип за скоростта на светлината, ПС] и принципът на абсолютната едновременност [АЕ]. Бихме могли да резюмираме ревизията на мисления експеримент накратко по следния начин:

1. Принцип на Относителността (ПО)
2. Принцип на скоростта на светлината (ПС)
3. Абсолютна едновременност (АЕ)
4. противоречие между ПО и ПС в светлината на АЕ

5. АЕ е критически изследвана чрез *Влаковия мислен експеримент*
6. Мненията на различни наблюдатели не съвпадат за едновременността на събития (М' вижда светлината от В преди светлината от А)
7. АЕ е диагностицирана като неконсистентна и отхвърлена
8. Относителна едновременност установена (ОЕ), (АЕ или ОЕ, \sim АЕ \rightarrow ОЕ.)
9. В светлината на операционалната дефиниция на ОЕ, ПО и ПС вече не са противоречиви

По същество, мисловният експеримент ревизира принципа на абсолютната едновременност, която е заменена от принципа на относителната едновременност. Последиците са съществени за всички физически теории след Специалната теория на относителността. Красотата и яснотата на този мисловен експеримент продължават да поразяват и съвременния читател, който в повечето случаи не е професионален физик.

Интересно е да се отбележи, че в историята на науката най-успешни мисловни експериментатори са именно онези фигури, които са помогнали решително да се установи това, което Кун нарича „научна парадигма“. Аристотел, Галилей, Нютон, Айнщайн са par excellence примери в това отношение. Ключовите фигури в развитието на науката имат изявен философски поглед върху научните проблеми. Дебатът върху природата и възможностите на мисловните експерименти в точните науки продължава усилено и може би сред основните причини за нарастващия интерес следните две имат централно място: физическите ограничения за провеждане на реални експерименти и интересът към произхода на научното познание. АПР илюстрира добре първата причина. През 1935, когато е формулиран мисловният експеримент, физическо провеждане на негов реален експеримент-двойник е било невъзможно. За да се стигне до реалния експеримент на Ален Аспе през 1982 освен през необходимото развитие в технологиите е трябвало да се мине през преформулирането на АПР от Бом през 1951 и най-вече през неравенствата на Джон Бел от 1964. Простата сметка показва, че мисловният АПР, макар и със сега прието като проблематично заключение в оригиналната статия, спестява на науката бесценни години като формулира дилема, над чието решение физиците все още работят усилено. Втората причина, интересът към произхода на научното познание или поне на една определена част от него, показва връзката между физиката и философията, между точните науки и хуманитарните.

Тенденцията през последните години на засилване „точността“ сред редица хуманитарни науки както и достигането на физиката до фундаментални проблеми, които касаят произхода на Вселената и нейното устройство, очертават курс на сближаване. По силата на своите резултати и не на последно място благодарение на своя своеобразен метод мисловните експерименти стоят в центъра на един от централните за тази тенденция дебати. Историята

на науката показва, че понякога водещият експериментален метод се оказва в ролята на „догонващ“ резултатите от мисленото експериментиране. Проблемите, породени от парадоксите на Зенон, емпирически ограничените възможности да се тестват проблеми като този, изследван от Лукреций в мисловния експеримент за безкрайността на пространството, въпросите и дileмите, които поставят *АПР* и *Котката на Шрьодингер* биха могли да илюстрират подобна теза. Посланието на мисловните експерименти би могло да прозвучи така: там, където ръката на експериментатора не може да достигне, било поради физически ограничения на възможностите за измерване, наблюдение или експериментиране, било просто поради икономически причини, полетът на човешката мисъл все пак може да проникне. Разбира се, свободният полет на въображението далеч не означава автоматично коректно описание на действителността. Той трябва да бъде „обуздан“ в ризата на логиката, математиката и емпиричните изследвания. Но може би най-ценният компонент на въображението от научна гледна точка е продуктивната му функция: често оригиналните идеи в един мисловен експеримент успяват да покажат съществуващ проблем по нов начин, който може да подскаже неочаквано разрешение. Мисловните експерименти в науката исторически се реализират като успешен инструмент за разкриване на парадокси в общоприетите доктрини. Доколкото най-сериозните ревизии на хипотези и теории стават на границата на смяна на научните парадигми, бихме могли да очакваме нови парадокси и проблеми да бъдат формулирани чрез мисловния експериментален метод в науката. Засилването на комуникацията между двете култури, хуманитарната и точната, и по-специално мисленото експериментиране като пресечна точка на философския и научния метод дава оптимизъм за една обща линия на изследване на тайните на Вселената.

Цитирана литература

- ¹ Тит Лукреций Кар. „За природата на нещата“. „Наука и изкуство“, София, 1971. В оригинала Лукреций говори за стрела а не за копие.
- ² Max, Ernst [1883] “The Science of Mechanics“, in Ernst Mach: La t  canique, exposé historique et critique de son développement, Paris 1987, pp. 449-455.
- ³ Гурова, Лилия [2004] „Thought Experiments“ Lectures, Budapest, ELTE University, непубликувани.
- ⁴ Gooding, David [2001] *Experiment* in „A Companion to the Philosophy of Science“, Blackwell, 2001, Oxford, 117 – 127.
- ⁵ Duhem, Pierre [1991] *The Aim and Structure of Physical Theory*, Princeton University Press, Princeton.
- ⁶ Реконструкцията на Влаковия Мисловен Експеримент е направена по: Айнщайн, А., „Специална и обща теория на относителността“., „Прометей – ИЛ“, София, 2005.

ЕЗИКЪТ И ПРОСТРАНСТВЕНО-ВРЕМЕВИЯТ КОНТИНУУМ

Марина Панчева

Ще копаете от тук до обяд!
Заповед на старшината (войнишки фолклор)

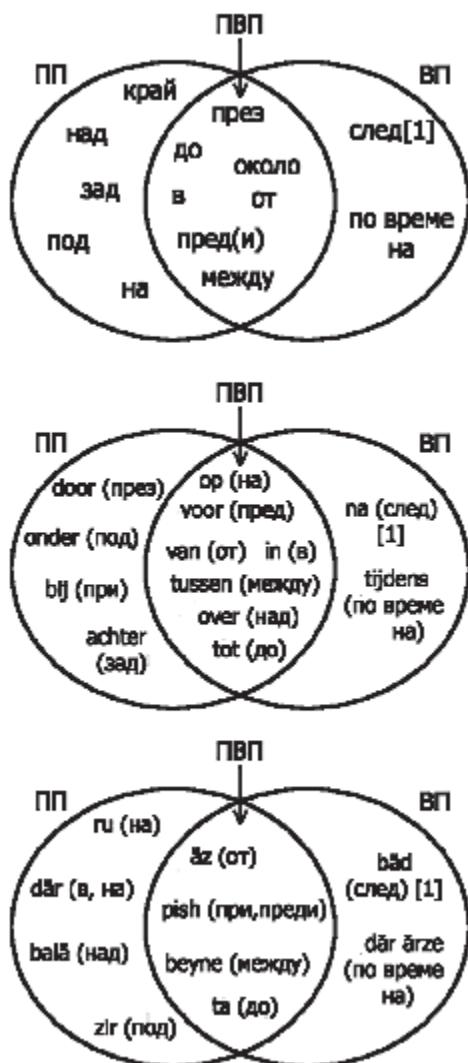
Филолог съм по образование и професия, а физиката е любимата ми наука. Преподавам датски език на студенти от специалност „Скандинавистика“ в Софийския Университет „Св. Климент Охридски“. В практиката си често се сблъсквам с проблема за неправилно използвани предлози за отразяване на пространствени, времеви и други още по-абстрактни отношения. Тези грешки обикновено се дължат на буквален превод на предлога от майчиния език на чуждия, тъй като често се случва двата езика да използват различни предлози за изразяване на еднакви отношения. Например, на датски сядаме *до* масата, когато се храним, докато на български се сядама *на* масата, което е един вид абстракция, защото това, което наистина се намира *на* масата е хлябът, а ние сме *до* или *около* нея. По същия начин се срещаме в понеделник, докато на датски срещите се провеждат *на* понеделник. И като обмислях проблемите, свързани с различното представяне на пространствените и времевите отношения в различните езици, стигнах до физиката, Айнщайн и пространствено-времевия континуум. Използвайки за повод годината на физиката, си позволявам да представя на читателите на „Светът на физиката“ моите разсъждения на тема лингвистика и физика.

Нека се върнем назад във времето, когато езикът се зародил. Причината за появата му била необходимостта от средство за пренос на информация. Поради тази причина езикът и досега се разглежда като средство за описване на обкръжаващата ни среда. Първоначално езикът бил конкретен и предметен, описващ само наблюдаемите обекти и явления, но постепенно, заедно с развитието на абстрактното мислене на человека, това средство се превърнало в сложна система, която не само отразява реалните процеси в материалния свят, но и описва абстрактните възприятия и отношения.

Предлозите са голяма, важна и сложна за изследване част от езика. В съвременните езици, които ги използват (защото има езици съвсем без предлози, като хантийският език, принадлежащ към уралското езиково семейство), предлозите се описват като функционални частици, т.е. думи, които не толкова имат свое собствено значение, колкото изразяват отношение между смислово самостоятелни единици. Прото-предлозите представлявали подобни самостоятелни единици – думи, които обозначавали конкретно явление от околния свят. Пример за това е езикът, от който са произлезли почти

всичките европейски езици – пра-индоевропейският, за който се смята, че изобщо не е притежавал предлози в днешния смисъл на думата. Значението на тези самостоятелни по произход думи постепенно ставало все по-абстрактно, докато накрая те се превърнали в оператори, чиято функция е да изразяват в каква връзка се намират два или повече обекта помежду си. Нагледен пример е английският предлог *under* (*под*), който се извежда от индоевропейската дума за *по-нисък*. С други думи, в езика настъпила т. нар *граматикализация*.

Вероятно при своето езиково развитие човекът най-напред използвал предлозите в най-конкретната им функция – да отразяват взаимното разположение на физически обекти, пространственото ориентиране и посоката на движение. Но освен в пространството, човекът трябва да се ориентира и във времето. Може да се смята, че в ранната фаза от развитието на езика за дефиниране на момента или продължителността на дадено събитие са се използвали не предлози, а други събития и процеси. За фиксиране на времевата точка – смърт на старейшина, успешен лов и др. За определяне на продължителността на някакво събитие – дъждовен сезон, светлото време, човешки живот и др. С развитие на абстрактното мислене постепенно се внасят мерни единици за време, отново пряко свързани с обективни природни процеси (ден – завъртането на земята около своята ос, час – движението на сянката, месец – цикълът на луната, година – обиколката на земята около слънцето). Сега вече, за да се опише взаимното разположение на събитията върху времевата ос, е нужен някакъв езиков инструмент. Любопитен факт е, че човекът, може би интуитивно предугаждайки единство-

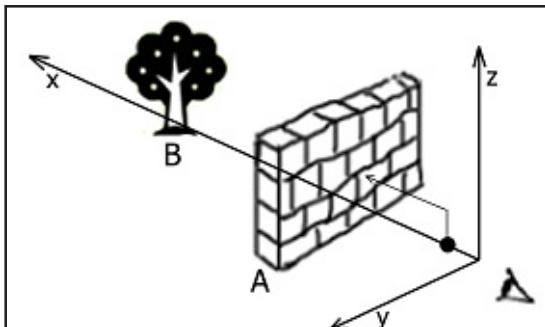


Фиг. 1. Общо сечение на множествата на пространствените и временевите предлози за български, холандски и персийски език

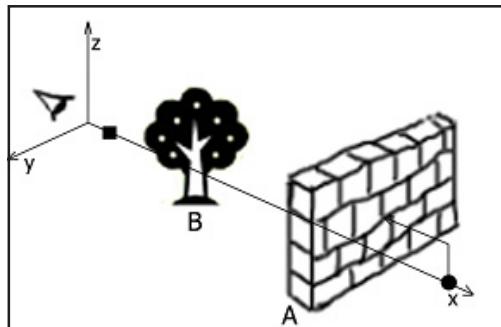
то на пространството и времето, просто пренася предлозите, използвани за пространствени отношения, върху времевите. Много езици използват едни и същи предлози, за да отбележат положението на даден обект и събитие съответно в пространството и във времето, макар че за нашите сетива времето е напълно несъпоставимо с пространствените измерения. Този факт може лесно да се илюстрира от фиг. 1. Ако разгледаме множествата на пространствените (ПП) и времевите (ВП) предлози за три представителя на 3 различни езикови групи от индоевропейското семейство: български, холандски и персийски език, се оказва, че при всеки от тях множествата на ПП и ВП имат сечение на пространственно-времеви предлози (ПВП), което не е празно.

Както се вижда, подобно на общия брой предлози, който е различен при различните езици, броят на елементите в сечението също е различен при различните езици. Но фактът, че той не е нула, показва, че използването на едни и същи предлози за описание на обекти в пространството и на събития във времето не е случайно. Очевидно човекът, имайки вече опита чрез предлози да описва взаимното положение на обектите в пространството, разширява областта на приложение на този инструментариум, за да описва взаимното разположение на събитията върху времевата ос. Нека отбележим, че този подход се прилага и при преминаване от класическата физика към релативистката. Действително, при въвеждането на 4-мерната координатна система идеята за изменение на мащабите на размерите при движение се прилага и за времето, като се отчита и изменението на мащабите на времето. Преходът се осъществява чрез разширяване на приложението на известния инструментариум и за четвъртата координата – времето, лишавайки го от характеристиката *абсолютност*. Любопитно е да се отбележи, че от много отдавна човекът използва едни и същи средства за изразяване както на пространствени, така и на времеви отношения, при което те се сливат. Въпреки това чак през 20-ти век гениалният Айнщайн въвежда подобен подход в теоретичната физика, макар и всички физици преди него да са го прилагали ежедневно в речта си.

От друга страна, въпреки обединяването на начините за описание на пространство и време, поне що се отнася до използването на предлози, начинът за задаване на точките в пространството и върху времевата ос остава различен, както и начинът за описание на тяхното взаимно разположение. На практика в езика все още господства „классическата физика“, тъй като времето се разглежда като абсолютно и тече по един и същ начин и изразяването на времеви отношения чрез езикови средства не зависи от каквите и да било пространствени обстоятелства, нито от скоростта на движение на говорещия, нито от избора му на гледна (т.е. отчетна) точка. Това твърдение може да се илюстрира с примерите, показани на фиг. 2-4.



Фиг. 2



Фиг. 3

- Позиция на наблюдателя върху оста, т.е. неговото физическо местоположение в пространството.
- Гледна точка на наблюдателя, определяща отчетната точка на координатната система.



Фиг. 4

- Събитие – „обект“ върху времевата ос
- ◆ Позиция на наблюдателя върху оста, т.е. момента на изказването
- Гледна точка на наблюдателя, определяща отчетната точка на координатната система.

На фиг. 2 и фиг. 3 имаме наблюдател и два обекта (А и В). Ако помолим наблюдателя да определи взаимното разположение на обектите, той, според своя избор за Фигура и Основа[2], ще изкаже следните твърдения (фиг. 2):

(1) Стената е *пред* дървото → и А *пред* В

или

(2) Дървото е *зад* стената → и В *зад* А

В този случай местоположението на наблюдателя в пространството и неговата гледна точка съвпадат.

Но ако помолим наблюдателя да определи пространственото взаимоотношение между двата обекта от гледището на друг човек (маркиран с квадратче на оста X), който е застанал на срещуположната страна, то според избора на Фигура и Основа твърденията ще бъдат (фиг. 3):

(3) Дървото е *пред* стената → и В *пред* А

или

(4) Стената е *зад* дървото → и А *зад* В

Следователно, наблювателят сменя гледната си точка, транслирайки координатната система, така че цялата композиция може да се погледне от две страни. Не са разгледани твърдения с ъглови спецификации (ляво, дясно и т.н.) за по-голяма простота.

Ако проектираме подобна конфигурация върху времевата ос (фиг. 4) и помолим наблюдателя да изрази отношенията между двата „обекта“ (в действителност събития), то твърденията ще бъдат:

(5) *Аз пристигнах преди неговото заминаване* → и В пред А като в (3)

Обаче следващото твърдение е грешно:

(6) *Той замина преди моето пристигане* → и А пред В като в (1)

От примерите се вижда, че когато наблювателят изразява пространствени взаимоотношения, той може да избере произволна отчетна точка на координатната система и да направи вярно твърдение. При изразяване на времеви отношения, обаче, хората все още са ограничени в избора си на отчетна точка – за отчетна точка трябва да се избира момент върху времевата ос, който е по-ранен от момента на настъпване на всяко едно от събитията. В противен случай твърдението няма да е вярно като в (6). Причината за това ограничение на гледната (отчетната) точка е, че в нашето съзнание времето все още тече в една единствена посока от минало към бъдеще, което не допуска свободното движение напред и назад по времевата ос, докато в пространството е разрешено и реално както мисловното преместване така и физическото.

Следователно, може да се каже, че хората още не са възприели изцяло наличието на пространствено-времевия континуум (ПВК), което е напълно обясним факт, като се вземе предвид липсата на обективна необходимост. Но нека погледнем в бъдещето. Очевидно физиката и абстрактното мислене на човека ще продължават да се развиват, което неминуемо ще се отрази и върху естествения език. Дали можем да прогнозираме посоката на това езиково развитие? Как ще се изразяват времевите отношения, когато за човека стане възможно да се движи свободно по времевата ос [3] и когато фактът, че времето не е абсолютно, бъде осъзнат и получи своето отражение в ежедневието? Бръшайки се към физиката, виждаме, че една точка от ПВК се задава с четири координати (x, y, z, t), като множеството от стойностите, които те могат да приемат, е общо за четирите координати – числовата ос. Ако се обърнем към фиг. 1, ще видим, че множествата на ПП и ВП съдържат освен общи елементи и различни. Ако продължим аналогията с ПВК, въведен във физиката, би могло да се очаква, че развитието на езика ще доведе до общо множество на ПП и ВП. Това може да стане по два начина:

1. Чрез използване на неупотребяваните досега ПП за ВП.

Нужда от допълнителни предлози за време може да се появи, ако хората започнат по някакъв начин да означават относителността при отчитането на времето. В този случай ще се появят нови времеви отношения, за чието из-

разяване ще е най-лесно да се използват вече наличните пространствени предлози, нещо което не е ново в историята на езиковото развитие. Но дали ще казваме че дадено събитие A е *под* друго събитие B, ако A се е случило в координатна система, където времето тече със скорост различна от тази на времето на координатната система на събитие B, засега е предмет само на лингвистичната фантастика.

2. Като отпаднат предлози, попадащи извън сечението, например „под“ и „над“ в българския език.

Тези предлози са свързани с координатната ос, най-често обозначавана като Z, която, подобно на времевата ос, има специален статут - от една страна поради нейната връзка с гравитацията и от друга страна поради специалните усилия/умения, които човек трябва да полага/притежава, за да се мести без ограничения по нея, било то във височина или в дълбочина. Може да се предположи, че такива предлози ще отпаднат, когато оста Z загуби специалния си статут. Например при дългите полети на космонавти на орбитални космически станции понятията горе и долу поради състоянието на безтегловност не са дефинирани по обективни признания. На практика „над“ и „под“ могат да се заменят с „пред“ или „зад“. Напълно е възможно при продължителните полети тези предлози просто да се забравят, поради тяхното излизане от употреба, в следствие на което да се породи специфичен говор (жаргон) на космонавтите и на хората, пребивавали дълго време в безтегловност.

Очевидно е, че езикът няма да спре да се развива. Също така е очевидно, че неговото развитие е и ще остане тясно свързано с човешкото битие. Развитието на технологиите показва, че дори най-смелите физически теории се оказват съвсем приложими и са в състояние коренно да променят това битие. В такъв случай дали някой ден и лингвистиката няма да се дели на преди и след (зад) релативистична? Ще продължа да се интересувам от „Светът на физиката“ и да черпя оттам идеи за изследване на езика.

Благодаря на моите родители-физици за интереса ми към физиката и на техните приятели и колеги за доброжелателните забележки при подготовката на статията.

Бележки:

[1] Интересен е случаят със значението на предлога *след*. На пръв поглед в израза *Пловдив е след Пазарджик (по пътя за Бургас)* предлогът *след* може да бъде възприет като пространствен, но в действителност и в този случай той е темпорален заради неявно включената хронология.

[2] В лингвистиката Фигура се нарича обектът, чието местоположение се определя спрямо друг обект, наречен Основа.

[3] И.Д.Новиков, *Светът на физиката*, 1 (2004) 21

УЧЕНИЧЕСКИ КОНКУРС „УРЕДИ ЗА КАБИНЕТА ПО ФИЗИКА“

На 14.05 т.г. във Физическия факултет на Софийски университет се състоя станалият вече традиционен IV ученически конкурс за изготвяне на уреди за кабинетите по физика, организиран с изключително старание и размах от млади учителки – представители на Софийския клон на СФБ.

Благодарение на техните усилия като съорганизатори на конкурса бяха привлечени множество спонсори, които удостоиха с награди отлично представилите се участници на различна възраст от редица столични училища. Освен традиционните награди от Фондация „Еврика“, от Кмета на гр. София, от Декана на Физическия факултет и от Националния политехнически музей, участниците бяха наградени и от фирма IDG-България, а най-радостното е, че Факултетният студентски съвет и Студентското оптично общество също почетоха постиженията на бъдещите си млади (дай Боже) колеги.

Експонатите на физични уреди и компютърни презентации с физично съдържание бяха предоставени на вниманието на взискателно жури от учени и специалисти-физици. Учениците сами демонстрираха действието на пригответените от тях експонати и обясняваха пред журито резултата от провежданите физични опити. Оригиналните хрумвания на участниците в конкурса и старателната изработка на експонатите затрудниха журито при класацията на най-добре представилите се, тъй като експонатите бяха резултат на различни умения – от висша компютър-на грамотност до технически сръчности и демонстрационни експериментални умения. Все пак наградите бяха





разнообразни и отличилите се едва ли са недоволни. Останалите пък получиха ясна представа какви са изискванията на конкурса и вероятно ще се включат и в бъдеще в поредната му проява.

IV-ят конкурс за уреди, предназначени за кабинетите по физика, завърши с общи снимки на учениците-участници в него, на техните учители (водачи на отборите, изготвили уредите), на журито и организаторите на конкурса. На повечето от снимките се вижда и надписът с името на домакина на конкурса – Физическият факултет на СУ, в който – надяваме се – много от участниците ще продължат образоването си в близките години.

Л. Вацкичев

СЕМИНАР НА СОФИЙСКИЯ КЛОН НА СФБ

От 7 до 9.10 т.г. в Учебно-научната станция на Софийския Университет „Свети Кл. Охридски“ се състоя семинар на Софийския клон на СФБ на тема „Актуални проблеми на обучението по физика в Годината на физиката“. Този семинар вече става традиция за Софийския клон на СФБ и наред с обсъждането на проблемите на обучението и науката, той дава възможност за установяване на лични контакти между участниците в приятна колегиална атмосфера, с възможности за активен отид и туризъм. Затова не случайно участниците в семинара предложиха той да се организира поне два пъти годишно (през пролетта и есента). Несъмнено за всеобщото удовлетворение допринесе екипът, който поддържа научната станция, ръководен от Ант. Алексиева – също физик. След ремонта на станцията, извършен през последните години под ръководството на „нашата Нина“, условията за работа, почивка и храна са направо отлични.

В семинара участваха 30 преподаватели от висшите и средни софийски училища. Програмата предвиждаше обсъждане на резултатите от „софийското участие“ в разнообразните изяви, свързани с Годината на физиката, в които – със задоволство бе отбелязано – се включиха активно членове на Софийския клон на СФБ от университетите, физическите институти на БАН и най-вече – учителите-физици и техните възпитаници от много столични училища. В колегиалната дискусия по разглежданите теми стана ясно, че през тази знаменателна година значително е нараснал броя на учениците, участващи в събитията. На конкурса за реферати, състоял се в 73 СОУ при отлична организация от страна на домакините, бяха представени повече интересни теми от тези на миналогодишния конкурс. Те бяха подгответи старательно съгласно предварително изгответи от журито изисквания и бяха защищени в дискусия между самите участници в конкурса. Беше отбелязано, че в конкурса за уреди и компютърни програми за кабинетите по физика, състоял се във Физическия факултет на СУ, бяха представени множество оригинални разработки и след преценката на взискателно жури най-добрите от тях получиха награди от кмета на гр. София, декана на факултета, фондация „Еврика“, студентския съвет при факултета и други организации. Преминал при значителен брой участници от много столични училища, този конкурс се осъществи при масово младежко посещение на демонстрациите с експонатите и, придружен със снимки, бе отразен в сайта на СФБ.

На семинара беше отчетено участието на гр. София в Светлинната щафета под мотото „Физиката осветява света“. Щафетата бе организирана от УС

на СФБ и софиянци бяха представени в нея с помощта на лазерните установки на институтите на БАН. В нея взеха участие колеги от 10 града в цялата страна, затова не случайно в международен план България бе класирана на престижното 6-то място сред 32-те страни по света, взели участие в щафетата.

Участниците в семинара бяха информирани и за заключителната проява, посветена на Годината на физиката. Това бе международната конференция „Хоризонти на физиката“, на която наред с интересните доклади от чуждестранни и наши видни учени бяха представени и наградени учениците-победители от международни олимпиади и конкурси.

Участниците в семинара обсъдиха резултатите и направиха изводи от проведената от РИО на МОН проверка на изходящото равнище по физика в 9. клас. Бяха направени и редица предложения по организацията, програмата и тематиката на бъдещата Национална конференция по физика на тема „Физиката в биологията и медицината“, която ще се състои в гр. Ямбол през 2006 г. Участниците в семинара осъществиха и традиционните туристически излети до природни обекти в Рила планина и показаха танцовите си възможности на също така традиционната вечеря. За да се разделят накрая като истински приятели.

Проф. дфр Людмил Вацкевич

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

ПЕТДЕСЕТГОДИШЕН ЮБИЛЕЙ НА ВИПУСК ПО ФИЗИКА *

Благой Амов, Крум Коленцов

През настоящата година, Световната година на физиката ' 2005, се навършват 50 години от завършване на специалността „ФИЗИКА“ при Физико-математическия факултет на Софийския университет на випуск 1951/1955 (1956).

В средата на ХХ век, през 1951 г., във връзка с развитие на изчислителната математика, информационната и компютърна техника, физика на полупровониците, атомната и ядрена физика се приемат в Софийския университет значителен брой студенти за обучение по математика – 400 кандидати и по физика – 100 кандидати след полагане на устен приемен изпит по физика.

По това време специалността „ФИЗИКА“ разполага със значителен брой преподаватели и специалисти в различни области на физиката. По време на следването приетите студенти имат за преподаватели забележителни специалисти и учени по математика и физика: диференциално и интегрално смятане – доц. Ярослав Тагамлицки; по аналитична геометрия – проф. Боян Петканчин и доц. Алипи Матеев; по висша алгебра – проф. Никола Обрешков; по диференциални уравнения и комплексен анализ – проф. Любомир Илиев; по експериментална физика – проф. Георги Наджаков, доц. Александър Радев, ас. Милко Борисов и ас. Тодор Василев; по атомна физика – проф. Елисавета Карамихайлова и ас. Леон Митрани; по теоретична механика и физика – проф. Асен Дацев и ас. Иван Златев; по квантова механика – проф. Асен Дацев; по математически методи на физиката и по електродинамика – проф. Христо Христов; по сферична астрономия и астрофизика – проф. Никола Бонев; по метеорология с геофизика – проф. Русчо Райнов; по динамична метеорология – проф. Любомир Кръстанов; по приложна геофизика – доц. Петър Паунов; по основи на електротехниката и радиотехниката – проф. Емил Джаков; по лабораторни упражнения: по опитна физика – ас. Марин Андреев и ас. Методи Четкаров, по техническа физика – ас. Константин Стаменов и ас. Тодор Стойчев, по физични демонстрации и физичен практикум – гл.ас.

* На 20 май 2005 г. се състоя юбилейната среща на випуска в ресторант на БАН, на която присъстваха 20 наши колеги и един наш асистент от следването ни, сега професор - Никола Николов. Срещата бе открита от проф. Благой Амов и премина при изключителна сърдечност, тъй като участвуваха колеги не само от София, но и от провинцията – Ивайловград, Нова Загора, Дупница, Велики Преслав и др. За спомен от годишнината и срещата са раздадени юбилейни грамоти, подписани от председателите на СФБ и на Софийския клон на СФБ.

Павел Марков и ас. Васил Василев, по решаване на физически задачи – ас. Петко Камаджиев и ас. Антония Пеева, по спектроскопия – н.с. Параскева Симова. Освен това, в рамките на специалността „Физика“ действат успешно студентски кръжоци по опитна физика, по техническа физика, по атомна физика, по теоретична физика, по метеорология, по астрономия, в които студентите повишават своята квалификация и се подготвят за изследователска и приложна дейност в съответната физическа област.

По-голяма част от завършилите през 1955 г. специалността „Физика“ стават преподаватели по физика в средните училища или физици във ВУЗ и в различни области на промишлеността, а 20 студента от випуска са определени да продължат подготовката си още една година в създадения производствен профил на специалността, а двама – Дочо Факиров и Георги Тумбев продължават следването си в Московския Университет. От тази група след завършването ѝ седем специалисти са разпределени във ФИ при БАН – шест в областта на ядрената физика и един в областта на физика на полупроводниците, а други са назначени в катедрите по физика към различните ВУЗ^{ове}.

С течение на времето завършилите физици от двата профила на випуска се оформят като добри специалисти – учени и преподаватели в средни и висши учебни заведения. Много от тях с течение на времето постигат забележими успехи в класически и модерни направления на физиката. Най – много колеги от випуска работят в институтите на БАН: ФИ с АНЕБ (след разделянето му през 1972 г. продължават да работят в ИЯИЕ и в ИФТТ), Геофизически институт и Институт по физикохимия. Друга част от випуска работят в различни висши учебни заведения – СУ, ВМЕИ, ВХТИ, ВИАС, Пловдивски и Шуменски университети, ЦЛ по приложна физика – Пловдив и др.

От нашия випуск двама са избрани за академици на БАН (Иван Тодоров (ИЯИЕ – БАН, 1974 г.) и Стойчо Панчев (ФФ-СУ, 1997) и един – за член-кореспондент на БАН (Димитър Йорданов – Геофизичен институт – БАН, 2004), над 10 са професори (ст.н.с. I ст.). (Иван Тодоров, Стойчо Панчев, Иван Желязков, Страхил Тошев, Благой Амов, Георги Тумбев, Велко Заячки, Марин Marinov, Елена Ватева, Любомир Сърнев, Христо Воденичаров), над 10 са доценти (ст.н.с. II ст.) (Христо Камбуров, Дочо Факиров, Иван Баев, Тодор Димчев, Маргарита Воденичарова, Димитър Апостолов, Иrena Георгиева, Божидар Златев, Рали Ралев, Крум Коленцов, Митко Михайлов, Стефан Мирчев) и ас. (н.с.) (Петко Айдемирски, Божидар Сапунов, Александър Витков, Радка Петрова, Елисавета Райкова).

Много от специалистите – учени са изобретатели като Х. Камбуров, М. Marinov, Б. Амов, Т. Димчев, К. Коленцов, Е. Ватева, С. Тошев, но само един е откривател – В. Заячки. При това, В. Заячки – откривател на ефекта за нарастване на радиуса на силното взаимодействие на протона с увеличаване енергията на стълкновение в областта на ядрената физика и елементарните

частици и К. Коленцов – изобретател на полупроводникови, електрофотографски и електролуминесцентни структури, прибори и устройства, са вписани през 1989 г. и 1999 г. в „*Златната книга на откривателите и изобретателите в България*“, създадена през 1981 г. във връзка с честване на 1300 годишнина от създаването на българската държава. Те са достойни продължители на делото на тяхния преподавател по опитна физика от ФМФ на СУ – проф. Георги Наджаков, който открива фотоелектретото състояние на веществата и е първият български откривател, вписан под № 1 в Златната книга. Освен това, трима от випуска – К. Коленцов, М. Marinov и И. Тодоров са вписани в изданието “*Who's Who in Bulgaria' 93, 1000 Inventors*”, Sofia, 1993, а други трима са лауреати на държавна премия за наука – И. Тодоров (1971 г.), С. Панчев (1972 г.) и В. Заячки (1984 г.).

Също така, трябва да се отбележи, че колеги от випуска са автори на редица помагала и оригинални трудове по физика: учебници (Х. Камбуров, С. Панчев, С. Тошев, И. Баев, М. Marinov, В. Заячки, К. Коленцов), ръководства за лабораторни упражнения (Б. Амов, Х. Воденичаров, И. Георгиева, К. Коленцов), монографии в различни области на физиката (И. Тодоров, С. Панчев, И. Желязков, С. Тошев) и отделни научни издания (И. Тодоров, С. Панчев, Д. Факиров, Т. Димчев, Б. Амов, М. Marinov).

Сред колегите, занимаващи се с преподавателска работа във ВУЗ, някои са били ръководители на катедри по физика – И. Баев във ВМГИ, М. Marinov – във ВМЕИ и ТУ – София, С. Тошев – във ВИАС, С. Панчев – във ФзФ на СУ, И. Желязков – в Шуменския Университет. Други колеги от институтите на БАН са били преподаватели във ВУЗ на София (И. Тодоров, Б. Амов, К. Коленцов), Пловдив (М. Marinov), Шумен (И. Желязков, М. Marinov) и Благоевград (Б. Амов). Наши колеги от випуска са заемали ръководни длъжности: зам.председател на БАН – чл.кор. С. Панчев (1988-1991 г.), зам.директор на Единния център по физика при БАН – проф. И. Желязков (1983-1989 г.), председател на Висшата атестационна комисия (ВАК) при МС на Р. България – акад. И. Тодоров (1990-1992 г.), председател на Специализирания съвет по ядрена физика, ядрена енергетика и астрономия при ВАК – проф. Б. Амов (1998 – досега).

Колеги от випуска участват в организационната дейност на Дружеството на физиците в България (ДФБ) и на Съюза на физиците в България (СФБ): Д. Факиров от ИЯИЯЕ – БАН е бил член на редакционната колегия на Бюлетина на ДФБ (БДФБ) до 1984 г.; Мария Казълмъшева-Райкова, учителка по физика, е била председател на секция „Карлово“ при ДФБ от 1986 г и освен това до 2003 г. е организирала периодично с голямо усърдие годишните срещи на випуска в София; Александър Мечкуевски, учител по физика в София, е бил член на редакционната колегия на БДФБ за периода 1987-1990 г., а от 1990 г. до 1992 г. е член на редакционната колегия на списанието

„Светът на физиката“ на СФБ; К. Коленцов (ИФТТ-БАН) е член на Ръководството на Софийския клон на СФБ от 1999 г. и е отговаряящ за раздела „Приложна физика“.

В информационния справочник от 1984 г. за дейността на Физико-математическата секция на Съюза на научните работници в България (СНРБ), днес Съюз на учените в България (СУБ), са посочени като негови членове седем от представителите на випуска – Б. Амов (ИЯИЯЕ – БАН), Б. Бетев (ИЯИЯЕ-БАН), Е. Ватева (ИФТТ-БАН), С. Панчев (ФФ-СУ), В. Заячки (ВХТИ), К. Коленцов (ИФТТ-БАН) и С. Тошев (ВИСИ).

Голям брой наши колеги и колежки са били преподаватели по физика в средни учебни заведения на различни градове в страната – Сливен, Нова Загора, Велики Преслав, Пловдив, Пазарджик, Поморие, Павликени, Габрово, Враца, Брацигово, Петрич, Шумен, Русе, Сандански, Перник, Радомир, Дупница, Кюстендил, Карлово, Ивайловград. Някои от тях са заемали ръководни длъжности в образователното дело като директор на гимназия (Тодорка Зокова – 3 СОУ „Марин Дринов“, София) или инспектор по физика (Константин Димитров – Сливен).

За изминалия половин век нашият випуск даде своя принос в подготовката на много поколения ученици по физика и астрономия и на специалисти по физика във ФзФ на СУ, в Пловдивския, Шуменския и Благоевградския университети, както и на инженерни специалисти в техническите ВУЗ-ове, в прилагане на получените знания по физика и техника в радиотехническата, електронна, оптическа, геофизична, полупроводниковата промишленост, в летищните комплекси на Пловдив и Бургас, в провеждане на научно-изследователска, откривателска и изобретателска дейност в БАН, СУ и във водещи технически ВУЗ-ове. Със своята изследователска дейност колегите от випуска допринасят за развитие на много области от съвременната физика: ядрена физика, физика на високите енергии, физика на элементарните частици, физика на полупроводниците и диелектриците, микроелектроника, оптоелектроника, метеорология, геофизика. По такъв начин, представителите на випуска могат да се гордеят с направените открития, изобретения и научни приноси във физиката през втората половина на XX век и да са доволни от постигнатото от тях в различни области на българската физика, технология и техника. Защото, както казва философът – стоик и римски император Марк Аврелий „*всеки от нас има такава стойност, каквато е стойността на нещата, които го интересуват*“.

РАЦИОНАЛНОСТ И ПРОСВЕТЕНОСТ

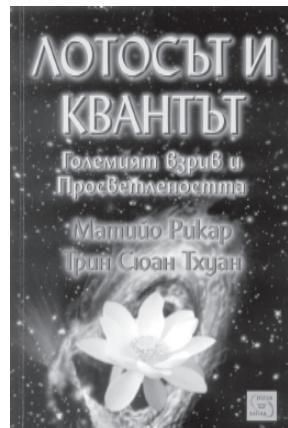
*Реалността е онова, което ние смятаме за вярно.
Онова, което ние смятаме за вярно, е онова, в което ние вярваме.
Онова, в което вярваме, се опира на нашите възприятия.
Онова, което ние възприемаме, е свързано с онова, което търсим.
А онова, което търсим, зависи от онова, което ние мислим.*

Дейвид Бом

В последно време стана модерно книги да се пишат като разговор между двама души, като обсъждане на даден проблем от две различни гледни точки. А може би това е естествено следствие от по-широкото, по-глобално, а значи и по-задълбочено възприемане на заобикалящата ни действителност и нашето отношение към нея. Явно толерантността към другостта и диалогичността започват да си пробиват път всред дългогодишно налаганата безкомпромисна еднозначност и самодоволна монологичност.

Един такъв добър пример е и неотдавна появилата се книга *Лотосът и Квантът (Големият взрив и Просветлеността)*, Матийо Рикар, Трин Сюан Тхуан, Издво „Изток-Запад“, София, 2005; превод от френски Л. Грекова; 425 стр., 14 лв.

Нека първо посочим, че авторите не са случайни хора. Диалогът се води между един будистки монах – Матийо Рикар и един астрофизик – Трин Сюан Тхуан. Всъщност, Рикар е френски физик, занимавал се с молекулярна биология в групата на проф. Франсоа Жакоб, носител на Нобелова награда по медицина за 1956 г. (заедно с Андре Лвоф и Жак Моно) „за техните открития относно генетичния контрол на ензимния и вирусния синтез“. След като през 1972 г. той защищава докторската си дисертация, заминава за Индия, където среща тибетския будистки учител Кангюй Рипчоне (ако присъздаха нобелови награди в тази област, той би бил достоен за нея) и „се потапя във вдъхвяща атмосфера на отшелническия манастир Шечен, близо до Катманду“, както заявява сам той. А астрофизикът от виетнамски произход и будистко вероизповедание Трин Сюон Тхан е роден в Ханои, където завършва френския лицей, след това следва във Франция и се дипломира като физик в Политехническия университет в Лозана, Швейцария. През 1967 г. заминава за САЩ и е приет на работа в астрономичната обсерватория на Калифорнийския технологичен институт, където по това време в апогея на своите успехи е



5-метровият оптичен телескоп, с чиято помощ той участва в значими изследвания. Понастоящем Тхуан е професор в университета във Вирджиния, САЩ.

Въпросите, които те обсъждат:

Има ли основание за установяване на диалог между науката и метафизичното мислене?

Понятието „начало“ е основен проблем в науката и всички религии; а всъщност, дали наистина е задължително да има начало?

Необходимостта на антропния принцип за науката: обоснован ли е той и доколко може да издържи на логическия анализ?

Доколко са автономни световните „феномени“ или глобалността е самата същност на реалността? До къде може да доведе редукционизмът на западното научно мислене?

След като ученият осъществява изследванията си в определен социлен контекст, съзнателно или не, той не може да не споделя метафизичните предразсъдъци на обществото, част от което е и самият той. До каква степен тези метафизични предпоставки оказват влияние върху гледището на учения?

Неизбежните дуализми и взаимозависимости в съвременната наука: хаос и хармония; случайност, вероятност и закономерност; локалност, нелинейност и емерджентност; квантова неопределеност и причинно-следствена връзка.

Проблемите на съзнанието: независим континуум или продукт на самоорганизация на материята? физиологични механизми, разсъдъчна способност и осмисляне на действителността.

Управляват ли физическите закони света или само организират тълкуването на явленията, начина на свързването им и предсказване на поведението им?

Създава ли математиката невидимата тъкан на реалността или тя е просто творение на нашия разум? Или тя отразява само начина на функциониране на нашето съзнание и на неговото възприемане на света?

Какви са границите на логиката и на логичното разсъждение на здравия разум?

Съществува ли понятие за красота в научните изследвания и в теориите, от които те се ръководят?

Това са само част от въпросите, на които двамата приятели – всеки извървял своя път, се срещат за пръв път през 1977 г. по време на лекциите в летния университет в Андора, и добронамерено и конструктивно обсъждат и търсят отговори. Наистина, от две, на пръв поглед, несъвместими, гледни точки. Защото, ако под „наука, рожба на съвременната западна християнска цивилизация се подразбира строго, кохернто и поддаващо се на проверка знание, включващо не само изследването на природните явления, но и съво-

купността на преживения опит, то целта на будистката съзерцателна наука е преди всичко диагностирането на погрешния начин на възприемане на реалността, а след това – откриването на природата на съзнанието и на явленията, за да може да отговорим на стремежа на всяко живо същество, а именно да сложи край на страданието и да намери истинско щастие. Това щастие не е обикновено усещане, а дълготрайно чувство за пълнота, породено на първо време от убеждението, че нашият живот има смисъл и че в мига на своята смърт ние няма да изпитваме никакво съжаление“. И ако методологията на естествените науки включва хипотезата и експерименталната проверка, то съзерцателния метода на будисткия път на познанието – Просветлеността винаги и единствено се основава на съзнанието. Ако тежестта на западната наука пада върху количествените отношения, то ударението на източното познание е качествената същност. Ако онова, което отличава природните науки от съзерцателното познание е в това, че докато в първата погледът е насочен навън, във втората съзнанието анализира реалността посредством духовен процес.

Сега, в тази кратка бележка не е мястото за представяне на мирогледните основи или ценностни системи на двата подхода, или за анализиране на дискусиите, отговорите и интерпретациите, които предлагат и излагат в над 400-те страници на книгата. Това, което искам да изтъкна е, че осветени от две разлини камбанарии, а може да се каже – и с различни крайни стремежи, всъщност картината става много по-релефна и по-пълна. И според мен в човешкия живот има място (би трябвало да има) и за двете гледни точки. И за това не е нужно да се позваваме на принципа на допълнителността на Бор. Важното е да не се смесват или противопоставят, да не говорим за отхвърляне или заклеймяване. Съпоставяне е ключовата дума. Затова и употребих съюзът и вместо по-често използваното или в заглавието на настоящите бележки. Защото в действителност „*най-важното за всеки човек е да не губи време и да се посвети на онова, което наистина иска да прави със своя живот*“ – както подчертава Тхуен.

Всъщност едва ли има физици, които не са се изправяли поне пред повечето от тези въпроси, на някои от тях вероятно имат отговори, но горко на онези, които имат отговори на всички. Защото, както казва проф. Франсоа Жакоб (Нobelовия лауреат, учител на западния учен, станал будистки монах): „*Опасността, пред която е изправен всеки учен, се състои в това, че не може да измерва границите на своята наука, а следователно и на своето знание. Това означава, че ти смесва онова, в което вярва, с онова, което знае. Но най-голямата опасност е убедеността му в неговата правота*“

Дървения диалектически марксизъм, с който ни удряха по главите като млади, радикалния позитивизъм, който си вързахме като букви на краката в зреелите си години, превърнали ни в „научни работници“ (ако използваме

термина от недалечното ни минало), ни държат и сега приковани пред екраните на компютърите си, хипнотизирани от информационния водопад ... Но, както казва М.Рикар: „Научните изследвания ни носят информация, но пък не водят към духовна трансформация“. И както допълва Франсуа Жакоб, има „Една сфера, която е напълно изключена от каквото и да е било научно изследване, е сферата, която се отнася до произхода на света, до смисъла на съществуването на човека, до „съдбата“ на човешкия живот. Не че тези въпроси не са основателни. Всеки от нас, рано или късно, си ги задава. Тези въпроси, наричани от Карл Попър крайни (*ultimate*), са свързани с религията, метафизиката и дори поезията.“

Може би трябва, поне от време на време, да вдигаме глава от изследването на конкретното дърво и се опитаме да видим гората. Защото, все пак, както е казал един тибетски мъдрец още през XI век: „Ако в началото те преследва страхът от раждането и смъртта (също като еленът, който бяга от клопката), по средата на пътя не трябва да имаш нищо, за което да съжаляваш (както селянинът, който е полагал грижи, за да обработва своята нива), накрая трябва да бъдеш щастлив като човек, който е завършил важна работа“.

Пожелавам приятни мигове на онези, които ще отделят време да разгънат тази книга, помъдруват с нея в ръка и се почувстват щастливи, когато завършат работата си!

Н. Ахабабян

Абонирайте се за „Светът на физиката“

на адреса на редакцията –

в канцеларията на СФБ или в тази

на Софийския клон на СФБ

и във всички пощенски станции – кат. № 1686.

Годишен абонамент – десет (10) лева.

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

СКАЛПЕЛЬ НА СМЕХА

(за книгата на П. Образцов „АНТИ-МУЛДАШЕВ.
От кого е произлязъл уфимският офтальмолог?“.
„Прометей“ ИЛ, София 2005 г., 272 с.)

Хуморът, иронията и дори сарказмът са най-честата гарнитура, с която авторите ни предлагат неосебено вкусната хапка на псевдонауката. Спомням си, че преди години А.И. Китайгородский озаглави своята книга на тази тема „Реникса“. Така звучи прочетената като латинска руска дума *чепуха* (глупост, безсмислица).

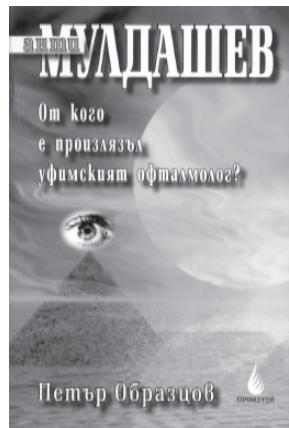
В книгата „Кънектикутски янки в двора на крал Артър“ великият майстор на хумора Марк Твен пише така за съсловието на пророците:

„Пророкът не се нуждае от никакъв ум. Не е лошо да го има, разбира се, за обичайните изпитания на живота, но е напълно ненужен за професията му. Когато върху вас връхлети пророческият дух, вие просто снемате ума се и го окачвате на хладно да си почива, след което оставяте устата си сама да работи. Резултатът е пророчество.“

Преди няколко месеца акад. Иван Юхновски ми се обади, за да ми предложи да преведа книгата „Анти-Мулдашев“. Беше я чел на руски, харесал я много и особено хумора ѝ – сравняваше я с творбите на Илф и Петров(!). Казах му, че книгата вече е на път да излезе на български. Но му обещах да напиша за нея.

Вярно е, че на едно равнище хуморът, иронията и даже сарказмът са най-честата *aura* (любим термин на мистиците) на главния герой на повествованието – Ернст Мулдашев, очен хирург от Уфа, познавач на тайното знание, първият в света присаждач на очи, неоценен и изхвърлен от общността на уфимските офтальмолози (с. 255). Същата насмешливо-гневна аура сияе около главите на други, близки до сърцето на Е. Мулдашев, езотерици като Е. Блаватска, Е. Дъонекен, фамилията Кирлиан, уфолога В. Ажажа, парапсихолога А. Деев, торзионистите А. Акимов и Г. Шипов и т.п.

Но за мен лично книгата е забележителна със своето по-дълбоко равнище – изследователското. Защото П. Образцов е сериозен и задълбочен изследовател, който съумява да въведе читателя в същността на голям брой активно разпространявани заблуди. Това той постига чрез сполучливо избра-



ната структура на главите, във всяка от които има кратка справка, където се описват и подлагат на сериозен анализ различни „езотерични“ явления. Тук са ефектът Кирлиан, пирамидите на маите, Стоунхендж, Бермудският триъгълник, египетските пирамиди, великаните на остров Пасха, биополетата, разказана е историята на легендата за Атлантида, представени са колоритните фигури на Е. Блаватска и Ноstrandамус, разказано е за Н. Козирев и неговата причинна механика, за кръговите следи върху житни полета, за хомеопатията и „паметта“ на водата. Полезно е да се прочете стегнатата и ясна информация на автора. За кратко време се научава много, без ровене из пляватата на многобройните мистични писания. Накрая авторът предлага (полушеговит) списък на някои термини, който също съдържа полезни сведения.

Тази книга излезе след книгата на акад. Е. Кругляков *Пладнешки „учени“* (също преведена на български – академично издателство „Марин Дринов“, 2003 г.). Не е чудно, че има позовавания на книгата на Кругляков, а в Приложение дори е включена извадка от нея, озаглавена „Торзионните академици“.

Забележително е как П. Образцов обяснява нахлуването на ураган от лъженаучни теории в страните на бившия соцлагер след падането на Берлинската стена:

„Главната и господстваща лъженаука – марксизъмът-ленинизъмът – не търпеше конкуренти. А при демокрацията на никого не се забранява да издига каквito и да било теории“ (с. 7).

Накрая трябва да подчертая съвестната и изпълнена с висок професионализъм работа на преводачите, редактора и издателя.

Макар да имаме немалко свои „родни“ *мулдашевци*, българските учени не обичат много да пишат за техните откровения. Книгата на П. Образцов показва как на тази тема може да се пише едновременно увлекательно и компетентно.

М. Бушев

Ст.н.с. ВАСИЛИЙ ГЕОРГИЕВ КЪНЕВ (1920-2005)

На 27 септември 2005 г почина известният български учен, нашият уважаван колега ст.н.с. Василий Георгиев Кънев.

Роден преди 85 години в гр. Сливен отрано показва безграничната любознателност на учен с мисия. Завършва физика в Алма Матер на българските физици – Софийския Университет – и оттогава започва дългата му и богата кариера на плодотворен учен експериментатор. Започва изследователска си работа в Секцията по техническа физика на тогавашния Физически институт на БАН. Активно съдейства за създаване на Института по електроника при БАН и строителството му като институт от съвременен европейски тип. Изграденият с негово най-голямо участие Институт по електроника (двигателите бяха той и акад. Джаков) му даде възможност да разгърне способностите си на експериментатор и въображението си на мечтател в своята работа и работата на неговите сътрудници и ученици. От неговата секция „Физическа електроника“ постепенно се отделиха и укрепнаха всички лаборатории в това направление.

Емисия от труднотопими метали, технологии и апаратура за получаване на свръхвисок вакуум, регенериране на мощни лампи, фотоемисия, вторична и полева емисия, електронно оптически преобразуватели и умножители, канални fotoумножители, фини експерименти по емисии в свръхвисок вакуум, микроканални пластинки, технология и апаратура за получаване на оптични проводници и много грижи и борба за утвърждаване тематиката и израстващите на сътрудниците покрай него – това беше неговото трудово ежедневие, неговата дира в науката и утвърждаването на високите технологии в нашата страна. За заслугите си към българската физическа общност проф. В.Кънев бе удостоен с званието „Почетен член на СФБ“.

Влюбен в работата си, всеотдаен и неспокоен, деен иечно търсещ, той оставя след себе си светлата дира на създавания учен и мечтател. Семената които разхвърля щедро и с любов дават забележителен плод и днес.

Дълбок поклон пред делото и светлата памет на учения, колегата и човека Василий Георгиев Кънев

Доцент д-р ВЕНЦЕСЛАВ АТАНАСОВ РИЗОВ (1944-2005)

На 23 септември 2005 г. внезапно почина нашият колега Венцеслав Ризов. С неговата кончина физическата колегия в България загуби един свой достоен представител.

Завършил с отличие през 1968 г. Физическия факултет на Софийския университет, Венцеслав Ризов постъпва на работа във Физическия институт при БАН и още същата година заминава за ОИЯИ, Дубна, където се утвърждава като специалист по квантова теория на полето и по квазипотенциалния подход в квантовата електродинамика. С негово активно участие са пресметнати с висока точност нивата на енергия на свързаните състояния на заредени частици, както и на Лембовото отместване в квантовата електродинамика. Тези резултати са в основата на кандидатската му дисертация, защитена блестящо през 1976 г., и в монографията „Задачата за две тела в квантовата теория“, написана с негово участие.

След завръщането си от Дубна през 1971 г. Венцеслав Ризов е научен сътрудник, а от 1984 г. и старши научен сътрудник в ИЯИЕ. Вече изграден учен, той разширява полето на своите изследвания. Научните му интереси включват както групово-теоретичните и диференциално-геометричните аспекти на интегрируемите нелинейни еволюционни уравнения, така и нарушенето на калибровъчната инвариантност в теорията на елементарните частици. Неговите резултати са публикувани в най-авторитетни списания и са многократно цитирани.

От 1994 година Венцеслав Ризов е доцент в катедра „Теоретична физика“ на Физическия факултет на Софийския университет, където работи до края на живота си. Към задълбоченото и плодотворно научно творчество се прибавя и успешната преподавателска дейност. Чете курсове по математически методи на физиката, физика на елементарните частици, квантова теория на полето, калибровъчни теории и др. Венци се отнасяше към студентите с любов и всеотдайност, които му отвръщаха с уважение и обич. Мнозина от тях са поели по пътя към сериозната наука благодарение на неговото умение ясно и точно да постави проблема, а след това да намери остроумно решение.

Всички, които го познаваха, неговите приятели и колеги, които са имали удоволствието да общуват с него, неговите студенти, които са имали възможността да слушат лекциите му, никога няма да забравят благата му усмивка, изключителната му отзивчивост и всеотдайност, големата му доброта и готовност да помогне на всички и във всичко. Ще запомним неговата скромност и почтеност, съчетани с принципни демократични убеждения и ясно изразена гражданска позиция.

Поклон пред светлата му памет!

ВЪЗПОМИНАНИЕ

*„Човек,дори и добре да живее, все пак умира,
но остава направеното от него.“*

Омуртагов надпис

Тези думи на великия хан с пълна сила важат за двама големи учени – ядрените физици проф. Цветан Бончев и проф. Емил Вапирев. Преди десет години, на 9 септември 1995 година, внезапно ни напусна проф. д-р Цветан Бончев, а преди една година, също така внезапно – на 10 септември 2004 година си отиде от този свят проф. д-р Емил Вапирев. Но за хората, учените и приятелите Бончев и Вапирев не са забравени. Много хора дойдоха в Голямата зала на БАН в петък, 9 септември, за да си спомнят за тях. Възпоменателното събрание бе ръководено от акад. Никола Съботинов, Заместник-председател на БАН. Той припомни живота и делото на двамата професори.

Проф. д-р Цветан Бончев е роден на 30 август 1929 година. Той бе дългогодишен ръководител на катедра Атомна физика, дългогодишен Декан на Физическия факултет и преподавател на основните курсове по Атомна и ядрена физика и Експериментална ядрена физика. Под негово ръководство са защитени над двадесет докторски дисертации, броят на успешно защитилите дипломанти е неизброим. Като активно работещ учен в областта на приложната експериментална ядрена физика и Мъосбауерова спектроскопия, проф. Цветан Бончев в многообразни научни публикации демонстрира тънък експериментален нюх, творческа интуиция, оригинални научни идеи и решения, които в много случаи са актуални и днес, цитирани са стотици пъти в научната литература. След аварията на атомната централа в Чернобил на 26 април 1986 година, професор Бончев първи прави замервания и изследвания за влиянието на катастрофата върху климата и хората в България и предупреждава за опасностите, които застрашават нашата страна. Цветан Бончев бе член на Гражданския комитет за защита на АЕЦ „Козлодуй“ и до края на живота си защитаваше и в България, и по света живота и правото на съществуване на българската ядрена централа. Като професионалист и човек проф. Бончев притежаваше ясна и категорична позиция за безопасността на българската АЕЦ. Професор Цветан Бончев е първият председател на Българското ядрено дружество, създадено през 1991 г. Членове на БЯД са над 200 професионалисти, работещи в атомната електроцентрала, изследователски центрове, инженерингови организации. Без неговата активност и инициатива нямаше да бъдат построени такива важни обекти като почивната и научна станция на Университета в Гърлевица, но-

вият учебен корпус на Физическия факултет и офис базата на фирма „ТИТА Консулт ООД“. Ранна и внезапна кончина, на 9 септември 1995 година, прекъсна житетския път на проф. Бончев.

Професор дфн Емил Вапирев е роден на 06. 07. 1948 година в гр. Ямбол. Завършил е „Атомна физика“ в СУ „Свети Климент Охридски“. Започва работа като физик в АЕЦ „Козлодуй“. Преподава „Атомна физика“ във Физическия факултет на Софийски университет. Автор е на множество научни статии, доклади на национални и международни конференции, учебници. Председател е на Агенцията за ядрено регулиране от ноември 2001 година.

Професор Вапирев беше един от ядрените експерти, който с професионална и гражданска доблест и морал защищаваше позициите на ядрената енергетика в България в един от най-трудните ѝ периоди на развитие. Той бе също така един от българските ядрени специалисти, ценен и уважаван от световната ядрена общност. Професор Вапирев е автор е на над 60 научни статии, над 30 доклада на национални и международни конференции, има издадени 3 учебника. Работил е по изследователски договори с Международната агенция по атомна енергия в областта на реакторната физика. След взрива в Чернобилската АЕЦ, проф. Вапирев изследва и публикува изследванията си за т.н. „горещи частици“ по нашето Черноморие. И това става въпреки забраната на управляващите. По-късно прави и фильм за това изследване, излъчен по БНТ. През целия си живот проф. Вапирев ясно и категорично изразяваше своята позиция относно безопасността на българската ядрена централа в Козлодуй. Той винаги твърдеше, че опитите да се затворят Трети и Четвърти реактор в Козлодуй са продиктувани от „чужди икономически интереси“. Изразяваше и съжалението си, че прокозлодуйското лоби си няма организация и достатъчно финансиране. Вапирев искаше преотваряне на глава „Енергетика“, защото партньорската проверка не е изказала нови технически забележки за блоковете Трети и Четвърти. Внезапната му смърт на 10 септември 2004 година прекъсна един активен, честен живот. Спомени за двамата разказаха проф. Павел Каменов, Валентин Босевски, нар. представител Йордан Костадинов, председателят на АЯР Станимир Щочев, колеги на Бончев и Вапирев. И всички бяха убедени, че със смъртта на Цветан Бончев и Емил Вапирев загуби не само ядрената ни енергетика, загуби България.

Валентина Николова

КОЙ НАСЛЕДИ КАБИНЕТА НА АЙНЩАЙН?

Ексцентричност и гениалност в Института за авангардни изследвания

Ед Риджис

Глава 8

Пренасянето на огъня

Вселената, в която са се втренчили астрономите, е преди всичко празно пространство. Всъщност благодарение на това те могат да виждат толкова надалеч: няма почти нищо, което да се изпречва пред погледите им. През своите телескопи те могат да се взират и да виждат границите на пространството и времето. Но гледката навътре в материията е аналогична. Самото вещество, макар на вид солидно и плътно, също се състои предимно от празно пространство. Това се доказва лесно. Ако се намирате например в Аляска и времето е ясно, видимостта е повече от 300 km. Можете да гледате през 300 km въздух – през милиарди молекули азот, кислород, водни пари и всичко останало, – а какво *виждате*, ... едно нищо. Твърдото вещество, разбира се, е по-плътно от въздуха, но и през него можете да гледате: например през стъклото на прозореца или през кубче лед, или през диамант. Как така? Защо можем да гледаме през тези неща, като че ли тях ги няма? Отговорът е, че материалните обекти са предимно ... празно пространство.

Веществото, както всички знаем, е съставено от молекули, а те са съставени от атоми, миниатюрни слънчеви системи, чито плътни ядра са обкръжени от облаци електрони. Електроните са доста далеч от ядрото на атома – на около 100 000 ядрени диаметъра. Тъй като обемът е пропорционален на третата степен на диаметъра, обемът на ядрото е по-малък от една квадрилионна част от обема на целия атом. Но това е само друг начин да кажем, че атомите са ... празни.

Щом атомите са празно пространство, такива са и материалните обекти – масите, столовете и всичко останало, – от които се състои светът, в който живеем. Ако би било възможно всички празни пространства от един обект да се премахнат – изцеждайки ги като вода от гъба – и частиците в неговите атоми да се подредят така, че да се допират една до друга като зърната върху царевичен кочан, то всеки обикновен макроскопичен обект в света би бил сведен до неговия идеален минимум. Повечето от тях биха изчезнали от погледа ни безследно: бейзболната топка би се превърнала в невидима прашинка, човек би добил размерите на мушица, слонът би станал по-малък от напръстник атомен материал.

Веществото в обикновените физични обекти, съставящите го атоми, са разпределени толкова нарядко, че реално обектите имат не по-голяма плътност от облаче дим. Това ни води до една голяма загадка. Защо нещата в този свят изглеждат така солидни? Можем да се движим през облака дим без всякаква съпротива от негова страна, но когато стъпим на пода, дъските ни удържат. И когато седнем на стола, не пропадаме през него, през пода и през цялата Земя.

И това не е най-лошото. Ако веществото е така празно, защо са необходими нашите стъпки по пода, за да се продълнят дъските? Защо те не го правят сами, под действието на собствената си тежест? Защо просто целият свят ... не се сгърчва и не изчезва?

Онова, което важи за големи групи молекули – от каквото са съставени обектите във всекидневието ни, – е в сила и за отделните атоми и човек би могъл да се запита какво удържа електроните и протоните в атомите далеч едни от други. Протоните и електроните имат противоположни електрични заряди и те се привличат, така че ... защо *отделните атоми* не колабират. Защо *те* сами не прекратяват своето съществуване? В действителност точно това е въпросът, който довежда физиците до откриването на квантовата механика в края на 20-те години на 20-ти век. Проблемът със стабилността на атoma води Нилс Бор до идеята за квантовия характер на орбитите, а Ервин Шрьодингер до вълновото уравнение. Според квантовата механика причината отделните атоми да не колабират е, че електроните притежават минимално орбитално или енергетично ниво, под което те просто не могат да слязат. След като достигне основното си ниво – онова с най-ниска енергия, – атомът не може да мине под него, така че атомите са стабилни.

За съжаление почти половин век не беше обърнато внимание, че макар това да спасява живота на отделните атоми, проблемът все пак си остава, когато става дума за големи групи атоми. Фактът, че електроните на един *отделен* атом остават на най-ниските си орбити около ядрото, сам по себе си не гарантира, че която и да било *група* атоми ще запазва своята стабилност. В крайна сметка остават онези зеещи празни пространства, в които могат да се наместят други атоми, а при това съществуват онези сили на притегляне между атомите – наричат се сили на Ван дер Ваалс, – които ги тласкат едни към други. Тези сили действат точно като гравитацията в смисъл, че колкото повече се доближават атомите помежду си, силите между тях стават все по-големи, като по този начин се получават все по-плътни атомни конструкции, докато – бам! – всичко имплодира като черна дупка в пространството.

Това е горе-долу сценарият, развит от двама физико-математици, Майкъл Фишер и Деавид Рюел, които описват проблема в статията си „Стабилността на многочастичковите системи“, публикувана в *Journal of Mathematical Physics* през 1966 г. След като разглеждат случая отвсякъде, те решават, че не могат да обяснят защо е толкова нормално предметите да не се превръ-

щат в дим. Това е съвсем ненормално. Инертната материя просто си е там в нещо като постоянно състояние, но този прост факт от ежедневния опит е неразбираем за физиката.

В Лабораторията по физика на плазмата на Принстънския университет физикът-теоретик Андрю Ленард започва да работи по въпроса. Той смята, че трябва да има някакъв начин физиците да разберат защо материята е стабилна, да докажат, че физическите обекти не би трябвало да изчезват в небитието, че би трябвало законите на електростатиката да могат да се прилагат така, че да е възможно да се покаже, че различните електрични сили между групи молекули се сумират и взаимно компенсират по такъв начин, че материалните обекти да остават стабилни с времето и да не се разпадат като къщичка от карти за игра. Той мисли, работи и изчислява, но не изглежда да постига нещо. През академичната 1965-66 г. Ленард излиза в академичен отпуск от Лабораторията и отива в Института за авангардни изследвания (ИАИ). Там ще има всички условия да разсъждава върху стабилността на веществото.

В Института Ленард започва да разбира, че квантовата механика трябва да бъде намесена по някакъв начин и си спомня, че Фрийман Дайсън, местната звезда в областта на физиката на елементарните частици, е писал нещо върху връзката на квантовата механика с енергийте на атомните частици. „Така че един ден отидох да го видя и да го помоля за копие от статията му“, си спомня Андрю Ленард. „Той ме попита защо ми е притръбвала и аз му разказах за проблема със стабилността на веществото. Той веднага се заинтересува и ме попита дали имам нещо против и той да започне да се занимава с това. Естествено, нямах нищо против.“

Ленард е попаднал на точния човек. ИАИ е претъпкан с физици в областта на елементарните частици от висшата академична порода, т.е. онези, които не изоставят своето русло, за да свържат теориите си с реалния свят. Те знаят всичко за най-мистериозните и екзотични елементарни частици, могат да ви разкажат за всичко, от което не се интересувате, за свръхфиното делене на м-мезонния атом например, но да свържат своята абстрактна теория със света на реалните обекти ... е, добре, в това те нямат никакъв опит, пък и подготовката им в тази насока е слаба, за да не кажем никаква. Но Фрийман Дайсън – той е друго нещо. Той е на *ти* и с реалния свят, не само с вселената на пионите и каоните. Той може да мисли с такова удоволствие за конструирането на един ядрен реактор или за направата на космически кораб, с каквото и за глъбините на квантовата теория. Изглежда е еднакво добре запознат със състоянията на веществото на всякакво равнище – от макро до микро.

Това е и големият късмет на Андрю Ленард. Само няколко седмици, след



като го посещава Ленард, Дайсън вече е добил представа защо веществото не изчезва.

Без съмнение Фрийман Дайсън е най-известният жив член на ИАИ. Действително, в тези относително сушави години за институтската програма в областта на физиката на елементарните частици, при настъпилата липса на Нобелови лауреати всред личния състав и на който и да било друг, който да осигурява на тази институция място върху научната карта, Дайсън заема положение, сравнимо с това на Айнщайн в добрите стари времена: той е човекът, който създава ореола на Института, а не обратното, така че ИАИ е известен, поне в масовото съзнание, като мястото, където работи Дайсън. „О, вие сте били в ИАИ,“ казват хората, „в такъв случай трябва да познавате Дайсън.“

Дайсън е бил винаги склонен да полемизира, дори в известна степен има лоша слава. За разлика от останалата част от институтското братство, той не се занимава продължително с нито една дисциплина, мисълта му броди из всички кътчета на това място, тъй като съществуват твърде много интересни неща по света, за да се губи много време за което и да е едно от тях. Дайсън не е точно частичков физик, макар именно той през 40-те години да обединява съществуващите тогава три теории на квантовата електродинамика (КЕД). Той не е и досущ астрофизик, въпреки че е написал статии върху неutronните звезди, пулсарите, теоретичната динамика на галактиките и т.н. Освен това той не е и същински математик-теоретик, но неговата степен от Кеймбриджкия университет е по математика. Той е всичко това и много други неща.

Фрийман Дайсън вероятно има най-богатото въображение всред всички, които някога са били в ИАИ, без изключение. Идеи, схеми, чертежи направо се леят от главата му, не само за елементарните частици, звездите, галактиките, но и за ... всичко друго. Да вземем например неговия сценарий за засаждане на дървета върху комети, на които те да обикалят из Слънчевата система; или идеята му за отражателен телескоп с гумено огледало (чиято форма би могла да бъде променяна, за да се компенсираят дължащите се на атмосферата дисторсии); или предложението му да се препограмира ДНК-то на морската костенурка, така че да й пораства зъб с диамантен връх. Стада от такива костенурки да бъдат изпращани да бродят по американските магистрали, за да ядат бирени кутии, бутилки и опаковки от хамбургери. Тези неща може би са малко налудничави, разбира се, но всеки би трябало направо да адмирира това ... човекът има идеи!

Фрийман Дайсън има усет за такива неща, както и чувство за хумор: той знае, че те са доста смахнати. Но за Дайсън налудничавостта не е порок, а добродетел. „Били ли сте някога в Кеймбриджкия университет?“ пита веднъж Дайсън. „Там е пълно с луди – ексцентрици и самотници на път да нап-

равят нещо наистина голямо и историческо. Защо да са луди? Природата е ненормална. Бих искал да има повече откачалки тук в Института.“

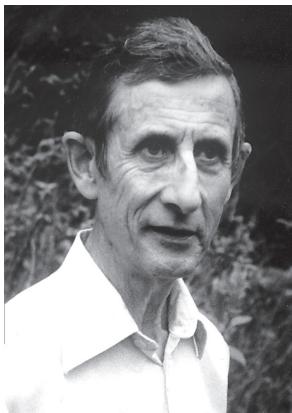
Дайсън пристига в нормалния и напълно уравновесен ИАИ през 1948 г., когато негов директор е Опънхаймър. Идва отново през 1950 г. и няколко години по-късно Опи го прави редовен професор. Опънхаймър смята, че назначава частичков физик, някой, който е, както казва, „с блестящото бъдеще на всеки физик-теоретик“. Но само след няколко години Дайсън изчезва. Зоват го мечтите му ... лудостта му дава знаци от запад ... и от звездите. Така че Дайсън отива в Сан Диего, за да помага при създаването на космически кораб. Това е специален апарат, разбира се. Ще бъде задвижван с водородни бомби.

Мечтите на Дайсън за полети в космоса водят началото си от детството му в Англия, когато си е представял, че пътува към други планети – реално, от плът и кръв, той самият. Но идеята за космически кораб с водородна бомба не е негова. Тя възниква в главата на Стан Улам, полския математик, който през 30-те години сам е бил един семестър в ИАИ. След това се занимава с различни други неща, кръжи около Лос Аламос по време на войната и остава там завинаги. Заедно с Джон фон Нойман и Едуард Телър той е един от създателите на водородната бомба.

Около 1955 г. Улам и приятелят му Еверет пишат статия за космически кораб, задвижван с поредица от термоядрени експлозии. Корабът ще проправя пътя си в небесното пространство, като взривява зад себе си водородни бомби и ще използва движещата сила на техните ударни вълни. Това е нещо като изстрелването на консервена кутия с помощта на поставен под нея фишек, но идеята е възприета напълно сериозно от една комисия на Военноиздущните сили, а Комисията по ядрена енергетика дори я патентова.

Частната инициатива се активизира чрез корпорацията Джениръл Дайнемикс, която създава свое подразделение – лабораториите Джениръл Атомик – в Ла Хола, Калифорния. Джениръл Атомик вече е в бизнеса с ядрена енергия, но през 1957 г., когато Спутник излъчва сигнали от „външното пространство“ и хората започват да говорят за пътуване да Луната, компанията преценява, че си заслужава, от гледна точка на икономическата изгода, да обърне внимание на идеята за задвижван с ядрена енергия космически кораб. Тед Тейлър, конструктор на няколко миниатюрни термоядрени устройства в Лос Аламос, постъпва в Джениръл Атомик и започва да мисли върху това как да използва своите бомби за двигатели на космически кораби, които да летят из Слънчевата система. Той нарича начинанието Проект Орион в чест на едноименното съзвездие.

Тейлър познава Дайсън от Корнел – и двамата са били ученици на Ханс Бете – и му се обажда в Института, за да го попита как би се почувствал ако се самобомбардира в орбита. „Звучеше добре“, казва по-късно Дайсън. „Не



ме плашеше. Непосредствената реакция на всеки би била, че корабът ще бъде унищожен. Това не ме тревожеше. Идеята имаше смисъл от техническа гледна точка. Звучеше като нещо, което всички сме очаквали.“

Какво сме очаквали всички ние?

Дайсън, във всеки случай, очаква нещо такова, та-
ка че взема едногодишен отпуск от ИАИ и отива със
семейството си в Калифорния. Това става през 1958 г.
Лозунгът на Проекта Орион е: „На Сатурн до 1970 г.“

И това не е само лозунг: всички те гледат съвсем
сериозно на работата си и известно време Дайсън смя-
та, че наистина би могъл да направи тази екскурзия.

Поглеждал е през телескопа на Тед Тейлър в задния му двор и си е представял как се промъква между пръстените на Сатурн и осъществява мяко каца-
не на спътника Енцеладус. На Енцеладус би трябвало да има достатъчно
вода, за да си направи там собствена хидропонна зеленчукова ферма.

Космическият кораб, на който ще пътува, ще бъде огромен прът, монтиран
върху плоча за отгласкване. Ядрените експлозии ще бъдат осъществявани
под нея и при всяка експлозия плочата ще отскача към кораба, при което
силата на тласъка ще бъде укротяван чрез сложна система от демпфери. На-
сочената нагоре сила ще издига и отдалечава кораба и много скоро ще под-
минете Луната и Марс и ще се взирате в астероидния пояс.

Такава поне е идеята. За всеки уравновесен и разумен човек, разбира се,
тази схема е ни повече ни по-малко мечта за космическо пътешествие на
селския идиот, само с една степен по-сложна от тази в приказката на Жул
Верн за изстреляване на човек към Луната с голямо цирково оръдие. Изне-
надващото обаче е, че този идиотски план би могъл да проработи.

В действителност той *наистина* дава резултат, поне при изпитания в ма-
льък мащаб. Естествено стават обичайните провали, точно както при офици-
алната американска космическа програма, осъществявана от НАСА. Изпи-
танията по проекта Орион се правят на Пойнт Лоума, висока скала, надвис-
нала над Тихия океан на запад от Сан Диего. Тед Тейлър и Фрийман Дайсън
ходят на това място със своите колеги в събота сутрин и наблюдават как
техният модел се издига и ... се превръща в сноп от искри.

В началото дори това не се случва. Първият тест се осъществява с рабо-
тен модел с единометрова изтласкваща плоча. Бомбата е задействана – един
обикновен химически експлозив, не водородна бомба – но мащабно умале-
ният модел си остава на мястото. Експлозиите следват една след друга под
него, а нещото си стои там, като да е скала. „Мисля, че трябва да прекратим
опитите“, казва по едно време Дайсън, „освен ако не постигнем ускорение
над едно G.“

Ясно е, че ракетата трябва да се направи по-лека – така че поне да се задвижи, поне да *мръдне* малко – и те разсъбличат устройството до неговата голя същност и започват опитите отново. Продължават да излизат всяка събота сутрин и провеждат тестове с новия, с увеличена мощност и намалено тегло, модел, на който дават името „Горещ прът“.

Горещият прът поне помръдва. Той отскача от стартовата кула, издига се нагоре и – *bam!* – експлодира всред облак дим и милионите му отломки се посипват по земята. Това става отново и отново.

Веднъж Тед Тейлър поканва математика Ричард Курант да присъства на опитите за изстрелване. Курант, един от най-големите математици по онова време, е от Германия. Той е работил с Дейвид Хилберт в Гьотинген и е експерт по ударни вълни. Курант отива там една събота сутрин и наблюдава опита. Бомбата избухва и Горещият прът се издига над кулата, след което – *bam!* – се разпада пред очите му като фойерверк.

„*Цова* не е къорфишек“ казва Курант със своя немски акцент. „*Цова* е един величествен къорфишек.“

В края на краищата моделът излиза – на неколкостотин метра, – но по това време Дайсън вече е напуснал Калифорния и се е върнал в ИАИ. Един ден той получава писмо от своите приятели, които са продължили да работят по проекта. „Щяхме да се радваме, ако се беше позабавлявал заедно с нас на празненството в Пойнт Louma миналата неделя,“ се казва в писмото. „Горещият прът полетя, летя и ЛЕТЯ! Още не знаем до каква височина. Тед, който беше горе на хълма, смята, че са били 100 метра, по метода на визуалната триангулация. Шест заряда се взривиха с нечуван рев и точност ... Парашутът попадна точно на върха и се изтъркаля надолу невредим точно пред бункера.“

Но това е краят на проекта за космически кораб с двигател водородна бомба. Правителството на САЩ решава да използва за своята космическа програма химически двигатели, а не ядрени ракети, и по-късно, след като през 1963 г., съгласно Договора за забрана на опити с ядрените експлозии в атмосферата и в космоса, тези опити стават незаконни, Проектът Орион е окончателно обречен. Но Горещият прът все още съществува. Той е изложен в Националния музей на атмосферата и космоса във Вашингтон. Там той е провесен от тавана по такъв начин, че сочи към статуята на Уошингтън.

Освен това има и парчета алуминий. След тестовете Дайсън обича да се разхожда около Пойнт Лама и да събира остатъци от космическия кораб. Той все още пази някои от тях в едно от чекмеджетата на бюрото си в Института. Те му напомнят времето, когато едва не поема към звездите.

Когато Ленард посещава Дайсън във връзка с проблема за стабилността на материята, Дайсън веднага започва да мисли. „Основното“, казва той, „беше, че атомите могат да бъдат изключително сложни, когато голям брой от тях са заедно. Те могат да правят всякакви изключително необикновени и

засукани неща. Например те могат да бъдат течност или твърдо тяло, или да са всякакви видове нетрайни химически вещества, или експлозиви, или каквото си поискате – и всичко това се състои от прости, съвсем обикновени атоми. Така че въпросът беше, как можем наистина да сме сигурни, с цялото това разнообразие от начини на поведение, че някаква част от материията не би могла да колабира? Това беше въпросът.“

Решението не е очевидно, за Ленард, за Дайсън или за когото и да било. Кабинетът на Ленард в ИАИ е съседен на този на Ян Чъжнин в корпус D. Това е същият Франк Янг, който, заедно с Ли Цундао, през 1956 г. получава Нобеловата награда за физика за установяване незапазването на четността при слабите взаимодействия. От време на време Янг и Ленард се срещат в коридорите и се поздравяват, но Ленард – по-младият от тях – никога не се наканва да отиде в кабинета на Янг и да обсъди с него нещата.

Което е странно. Предполага се, че това е едно от основните предназначения на ИАИ – мястото, където младите идват да се учат от майсторите, – но то се използва рядко. Например самият Дайсън никога не отива при Айнщайн или Гьодел. „В ежедневието познавах Гьодел доста добре“, казва Дайсън, „но никога не седнах да обсъждам философски въпроси с него. Бях твърде стеснителен. Също и с Айнщайн. Никога не почуках на вратата му, за да му кажа: „Здравейте, Айнщайн, искам да говоря с Вас.“ Откъде накъде ще ходя да му губя времето, нали разбираме. Те очевидно имат по-важни неща за правене от това да разговарят с мен.“

Поради това Ленард има късмет, че веднъж Янг почуква на вратата му и пожелава да си поговорят. Янг пита над какво работи Ленард и Ленард му разказва за проблема със стабилността на материията. Янг решава, че това е любопитно: „Много интересно“, казва той. „Това е една или тривиална, или много сложна задача.“

Янг отива в кабинета си – съседния – и Ленард чува тропане по стената. Разбира, че Франк Янг пише по черната си дъска. Това продължава известно време – чук, чук, чук – тропането на тебешира и Ленард престава да му обръща внимание.

След това изведенъж шумът секва, сякаш бедният човек е получил сърден удар. Мъртва тишина. След няколко минути главата на Янг се показва през открехнатата врата на кабинета на Ленард: „Сложна е“, казва той и изчезва.

Задачата не е лесна и за Дайсън. „Трябваха му около две седмици“, спомня си Андрю Ленард. „Тогава дойде отново при мен и каза: ‘Виж, това е една много интересна задача и ние можем да направим еди-какво си и да оценим еди-що си.’ Той имаше всякакви различни идеи и аз започнах да се занимавам с някои от тях.“

Работните места на Дайсън и Ленард се намират в противоположните краища на кампуса, но над кабинета на Дайсън има семинарна зала и двама-

та се срещат там за по няколко часа на ден, за да разчистват възникващите проблеми.

„В семинара имаше черна дъска“, казва Ленард, „наоколо обикновено нямаше никой и Дайсън известно време ми изнасяше лекция, а след това аз правех някои забележки. Не всички негови аргументи бяха напълно коректни, но той винаги генерираше нови идеи, много идеи. Занимавахме се с тях в продължение на няколко часа, след което аз си отивах и продължавах да ги обмислям. В действителност самият аз напредвах бавно, защото, докато осъзна какво има предвид Дайсън, той беше готов с още няколко идеи.“ „Във всеки случай“, продължава Ленард, „имаше много технически проблеми и този процес продължи известно време – два месеца, може би – и накрая всичко си отиде по местата.“

Убеден, че Дайсън е намерил начин да реши проблема, Ленард го съветва да публикува резултата – своето обяснение на това защо материията не се изпарява. Дайсън, обаче, настоява за съавторство: започнали са от проблема на Ленард и Ленард е свършил голяма част от работата. „Дайсън беше много любезен“, казва Ленард, „но на него му хрумваха идеите, всичките. В това няма никакво съмнение.“

И така, подобно на много статии, писани от по-млад и по-възрастен учен, младият излага идеите на възрастния. Статията, чийто ръкопис се оказва 40 страници, е публикувана в две части през 1967-68 гг. в *Journal of Mathematical Physics*.

Впрочем, защо наистина е стабилна материията? „Отговорът“, казва Дайсън, „не е прекалено лесно да бъде обобщен. Доказателството включва няколко математически трика. Но на първо място е необходим принципът на забраната. Основанието материията да не се свива е, че поведението на електроните винаги удовлетворява принципа на забраната.“

Според принципа на забраната, дефиниран от Волфганг Паули, два фермиона не могат да заемат едно и също квантово състояние. Именно тази забрана държи атомите на разстояние един от друг и не позволява на едни от тях да проникват в празните пространства на други. „Този резултат“, казва Дайсън, „може би дава някакво философско разбиране за това, защо на Господ му е било необходимо да открие принципа на забраната, преди да може да създаде свят, пълен с материја.“

Колкото и да е остроумно и наситено с трикове, доказателството на Дайсън – Ленард скоро е заместено от друго. „То не беше онова, което днес би могло да се смята за едно елегантно и разумно решение,“ казва Ленард. „Макар в него да имаше много находчиви идеи, в действителност те бяха събрани по начин, който не беше достатъчно естествен, за да се разбере защо всичко това работи.“

„Техническата част на това доказателство днес е напълно остаряла,“ казва Дайсън. „По-късно всичко беше направено много по-добре от Елиът Лийб и Валтер Тиринг. Идеята бе същата, но Лийб и Тиринг подобриха математи-

ческия апарат до такава степен, че вместиха в 4 страници онова, което ние написахме на 40.

Статията на Дайсън – Ленард не е от стандартните неща, които могат да се прочетат във физичните списания: тя представлява обяснение на нещо, което физиците по начало знаят, че е вярно – материията е стабилна по самата си природа. Междувременно повечето частичкови физици са твърде заети да се справят с новите и неизвестни дотогава елементарни частици, които близат от циклотроните, подобно на искри от фойерверк.

През 30-те години великите древни – Айнщайн, Бор и останалите – размишляват върху свят, съставен от няколко основни съставни единици – електрони, протони, неutronи и фотони – и очакват с нетърпение деня, когато ще могат да оформят пълна и логична теория на цялата физична вселена на базата на тези частици. Но колкото по-дълбоко експериментаторите се взират във фината структура на материията, толкова повече елементарни частици откриват. Известно време броят на елементарните частици остава достатъчно малък, за да могат да се помнят наизуст, но настъпва време – това е началото на 60-те години, – когато те стават толкова много, че физичните списания започват да публикуват удобни за ползване диплънки с изчерпателния им списък. Днес това не е достатъчно: налага се *Reviews of Modern Physics* да използва цял свой брой, за да отпечата пълния списък на известните елементарни частици, резонанси и другите състояния на материията.

Теоретиците и експериментаторите като че ли са в постоянна надпревара, за да не изостават от пороя нови частици. В някои редки случаи теорията изпреварва експеримента: теоретиците предсказват съществуването на частица с определени характеристики, а след това експериментаторите я откриват. В други случаи, обаче, се появява частица, чието съществуване никой не е предвиждал. Показателна е реакцията на И. А. Раби в един такъв случай – този с м-мезона: „Кой е поръчвал това?“ Но задържането върху вълната на елементарните частици е надпревара с природата и подобно на факлоносци, теоретиците в ИАИ пренасят щафета с огъня.

По едно или друго време в ИАИ идват почти всички теоретици, които се занимават с елементарни частици: Алберт Айнщайн и Нилс Бор, разбира се, но също Макс фон Лауе и Изидор Айзък Раби. По-късно там са Йънг Търкс, Мъри Гел-Ман, Хидеки Юкава, Син-итиро Томонага, Ааге Бор, Абдул Салам, Франк Янг, Ли Цундао, до един Нобелови лауреати. Заедно с тях са и останалите от творците на квантово-физичната революция: Джордж Уленбек, Робърт Милс, Фрийман Дайсън, Ейбрахам Пайс, Джон Уилър, Франк Вилчек, Джефри Чю, Бруно Зумино, Ювал Нюман, Габриеле Венециано, Йо-ичиро Намбу, Тулио Редже, Маршал Роузънблат и още много други. Двама от най-великите и със сигурност най-необикновените сред всички частичкови физици в ИАИ са Пол Ейдриън Морис Дирак и Волфганг Паули.

Дирак е типичният образ на самотния гений, необщителен до крайна степен. „Баща ми измисли правило, според което трябваше да му говоря само на френски,“ си спомня Дирак. „Той смяташе, че така ще науча този език. Аз разбрах, че няма да мога да се изразявам на френски и за мен беше по-добре да си мълча. Така че още тогава станах много мълчалив.“

И остава мълчалив завинаги. Двама физици от Бъркли веднъж седят с Дирак в продължение на цял час и му представят част от работата си с надежда знаменитостта да се реши да направи няколко критични бележки. Надеждите им са напразни. В края на този час те не получават от Дирак никакъв отговор. Когато тишината в стаята започва да става неприятна, той казва: „Къде е пощата?“ и отива да си купи марки. В друг случай го питат дали му е харесал романът *Престъпление и наказание*. Дирак отговаря със следния шедьовър на лаконичността: „Добър е“. А после: „Но в една от частите авторът е допуснал грешка. От повествованието следва, че Слънцето е изгряло два пъти в един и същи ден.“

Откъснат от света на нещата, Дирак се оттегля в света на уравненията. „Голяма част от моята работа е просто да си играя с уравнения,“ казва веднъж той. „Не мисля, че това важи до такава степен за другите физици. Смятам, че е моя характерна особеност да се забавлявам с уравнения, търсейки красиви математически съотношения, които едва ли имат някакъв физически смисъл. Понякога имат.“

Едно от уравненията, което наистина има физически смисъл, дава резултат, по-висок от онзи, на който той се е надявал. Днес то се нарича „уравнение на Дирак“ и отваря прозорец към един нов свят от елементарни частици, носещи общото название *антиматерия*. Това уравнение не само описва почти перфектно поведението на електрона, но и предсказва съществуването на електрон от напълно нов тип – електрон с положителен заряд.

Първоначално Дирак смята, че уравнението му описва протона по някакъв заобиколен начин, тъй като електричният заряд на протона е противоположен на този на електрона и, както казва той по-късно, „По онова време ... всички бяха напълно убедени, че електроните и протоните са единствените елементарни частици в Природата.“ Положително заредената частица, която се описва от неговото уравнение, обаче не е протон, тъй като масата на протона е почти 2000 пъти по-голяма от тази на електрона. Ако уравнението на Дирак има някакъв смисъл, то той е, че в природата съществува „нов тип частица, която не е известна на експерименталната физика, има масата на електрона и е с противоположен заряд.“ Дирак му дава название „антиелектрон“.

Година и половина, след като е предсказал съществуването му, „анти-електронът“ се появява по време на експеримент с мъглинна камера, проведен от Карл Андерсън в Калифорнийския технологичен институт. Андерсън го нарича „позитивен електрон“. Днес той е известен като позитрон. Уравнението на

Дирак е в сила и за протона, така че то описва и антипротоните, които, около 20 години след като са предсказани, както си му е редът, биват открити и експериментално. В действителност уравнението на Дирак поставя началото на цяла нова област, тази на антиматерията, и на физиците им се налага да започнат надпревара за овладяване на новопоявилото се явление. „Мисля, че откриването на антиматерията,“ казва по-късно Вернер Хайзенберг, „е може би най-големият от всички големи скокове във физиката на 20-ти век.“

Дирак пристига в ИАИ първоначално за една година през 30-те, след което по веднъж през всяко десетилетие чак до 70-те години, което го прави един от най-редовните и най-продължително пребивавалите там. В Принстън той е така усамотен, както и навсякъде другаде, но е особено привързан към горите в рамките на Института. Колкото до мълчанието му и склонността му към усамотение, Дирак по темперамент е един типичен институтски човек.

А със своето категорично предпочтение към теорията, към теориите, които „трябва да са изключително красиви математически“, той попада точно в модела на Платоновите небеса. „Човек може да бъде много чувствителен към тези неща,“ казва той към края на живота си. „Когато един експеримент покаже резултат, който не съответства на нещие очакване, човек може например да сметне, че резултатът от експеримента е погрешен и че скоро експериментаторът ще го коригира. Разбира се, не трябва да се инатиш твърде много, но все пак понякога трябва да се проявява повече увереност.“



Ако става дума за личните качества, в ИАИ никога не е имало по-самоуверен човек от Волфганг Паули. Едър на ръст, Паули кипи от нервна енергия, което се проявява чрез необичайни движения на тялото му и в агресивни изрази. Има навика да се поклаща напред-назад като същевременно си върти главата наляво-надясно, което създава впечатлението, че мускулите му са някак си твърде напрегнати. В речево отношение той е особено добър с внезапните язвителни забележки. Веднъж казва за едно парвеню физик следното: „толкова млад и вече толкова неизвестен“. Ако не харесва нечия идея или теория, той обича да казва, че тя „даже не е погрешна“. Дори когато трябва да каже добра дума, което се случва доста рядко, той със сигурност ще се изрази по такъв начин, че тя да подейства като плесница. Веднъж, на семинар на Айнщайн, Паули, който по онова време е докторант, става и си позволява да каже: „Знаете ли, онова, което казва професор Айнщайн, не е съвсем глупаво.“

По своята надменност той няма равен във физическата общност, а дори и в цялата история на науката. Веднъж Паули се оплаква на Ейбрахам Пайс,

че не може да си намери нова задача, върху която да работи. „Вероятно“, казва той, полюлявайки се, „това се дължи на факта, че знам твърде много.“

Паули обича да унижава докладчиците по време на физичните конференции винаги, когато според него те не са достатъчно ясни или точни. Това се случва веднъж на Опънхаймър на семинар в Ан Арбър. Опи изнася лекция и изписва дъската с уравнения, когато Паули скача от мястото си, грабва една гъба и изтрива цялата дъска, като казва, че всичко това са глупости. Прави го още два пъти и вероятно би продължил, но Хендрик Крамер се намесва и заставя Паули да си седне на мястото и да мълкне.

Това става през 30-те години. Двадесет години по-късно, вече в ИАИ, Паули си е все същия. Този път Опънхаймър е в аудиторията, а Франк Янг изнася лекция върху калиброзвънната инвариантност. Янг едва е започнал, когато Паули го прекъсва с въпроса: „Каква е масата на тази частица?“ Янг отговаря, че това е сложен въпрос и той още няма определен отговор. „Това не е достатъчно оправдание“, казва Паули. Янг, който е образец на вежлив и сдържан човек, е толкова изненадан, че му се налага да седне, за да се съзвезме. На следващия ден Паули оставя бележка в пощенската кутия на Янг: „Съжалявам“, пише в нея, „че не ми дадохте възможност да говоря с Вас след семинара.“

Хората понасят този вид просташко поведение, тъй като Паули е, разбира се, блестящ физик. Той предлага „принципа на забраната“, един от стълбовете на новата физика, когато е само на двадесет и четири години. И, подобно на Дирак, Паули добавя и нещо ново в списъка на елементарните частици. „Частицата на Паули“, както я наричат известно време, се появява в резултат на неговия анализ на b -разпадането. Това е един вид радиоактивност, при която ядрото губи един електрон. По онова време това явление е доста мистериозно. От една страна ядрото не съдържа по начало никакви електрони, така че как би могло да ги отдава? От друга страна физиците не могат да се оправят с всичката енергия, която се губи в процеса на b -разпадането. За продуктите на ядреното разпадане – наричани тогава „ b -лъчи“ – се установява, че отнасят със себе си по-малко енергия, отколкото самият атом освобождава по време на този процес. Какво става с останалата?

Проблемът с липсващата енергия е толкова смайващ, че Нилс Бор, например, е готов да се раздели със свещения принцип за запазване на енергията: при b -разпадането, твърди той, енергията може и да не се запазва. Но Паули е на друго мнение. Той смята, че допълнителната енергия се отнася от друга частица, която експериментаторите никога не са виждали. Тази частица би трябвало да е без маса и заряд. Няя почти я няма там. Днес това е един *ad hoc* начин за обясняване на явленията – когато изпаднеш в затруднение, създай нова частица. Самият велик Паули е толкова стъписан от собствено то си предположение, че известно време не го публикува.

В края на краишата се оказва, че Паули е прав: неговата „невидима“ час-

тица е неутриното. (Енрико Ферми е този, който дава на частицата това име, което означава „малък неутрон“.) Онова, което на практика се случва при б-разпадането, е, че един неутрон просто се разпада на протон, електрон и една малка незаредена частичка – неутриното. Тъй като не е заредена и е толкова малка, неутриното не е наблюдавано експериментално до 1956 г., макар идеята на Паули да е от 30-те години. През следващия четвърт век се говори много за тези, както веднъж ги нарича Опънхаймър, „натрапчиви призраци на неутриното“.

Паули прекарва годините на войната в ИАИ, работейки върху проблема за мезотроните или „мезоните“, както са известни днес. (Подобно на антиматерията и неутриното, мезоните са друг случай, в който физиците предсказват нещо в природата. Първоначално предвидени от Юкава през 1935 г., те не са наблюдавани лабораторно повече от десетилетие след това.) Паули, преди всичко теоретик, се колебае дали да не отиде на работа в армията като всички останали от ИАИ; освен него само Айнщайн не е пряко ангажиран с някакъв вид военна дейност. Той споделя тревогите си с Опънхаймър, който по онова време е в Лос Аламос. Опи му казва да остане, така че, „когато войната свърши, в страната да има поне няколко души, които да знаят какво е мезотрон“.

През декември 1945 г. на Паули е връчена Нобеловата награда за принципа на забраната. На тържеството в ИАИ по случая, Айнщайн, който го е номинирал, произнася слово в чест на колегата си. Паули, по изключение, може да си позволи да бъде кротък.



Днес в ИАИ вече няма хора като Паули, Дирак, Айнщайн, Опънхаймър и Бор. Древните великани са мъртви. Нобеловите лауреати са напуснали Института, а някогашната велика Програма по физика на частиците се е превърнала в своя бледа сянка. „Във физиката на частиците“, казва Харвардският нобелист Шелдън Глашоу, „Институтът със сигурност запада. Последните редовно назначени там частичкови физици са Адлер и Дашен – преди 20 години. Институция, която не прави нови назначения повече от двадесет години, очевидно е замираща“.

Би ли искал самият Глашоу да бъде в ИАИ? „О, аз нямах намерение да ходя там,“ казва той. „Доколкото мога да преценя днес, Кеймбридж е място то номер едно за физиците.“

Глашоу не е единственият физик, който не чука на вратите на ИАИ. Дълъг е списъкът на онези, които отклоняват предложенията за назначение. „Не е за вярване колко е дълъг този списък“, казва Фрийман Дайсън. Големите физици не се интересуват от това място вероятно и защото тук няма други велики

физици. „Няма никой, който да ме привлече, за да прекарам там една година, да го кажем по този начин,“ казва Майкъл Фишер от Корнел.

Но ако ИАИ вече не прелива от водещи частичкови физици, неговата програма за обучение на по-младото поколение все още е непокътната. „Главното достойнство на ИАИ,“ казва Шелдън Глашоу, „е че той привлича много талантливи млади хора в района на Принстън и те, заедно с утвърдената и по-жизнена група в Университета, правят добра физика.“

Подобно на събратята си от астрофизиката, физиците в областта на елементарните частици от ИАИ се събират с колегите си от Университета на ежеседмичен обеден семинар. Съобщенията за тези семинари изглеждат по следния начин:

Принстънски университет – Институт за авангардни изследвания

ПОНЕДЕЛНИЩКИ ОБЕДЕН СЕМИНАР, 21 април 1986 г.

„Инстантони и Супер бета-функция на Янг-Милс“

Тим Морис

Институт за авангардни изследвания

Заседателна зала на ИАИ, обяд в 12,30 ч. Дискусия в 13,00 ч.

Днес е денят и сега е частът – 12,30 – и около масата в заседателната зала има дузина частичкови физици, които обядват. Тук е Тим Морис, разбира се, и Марк Мюлер, и Корин Манъгю – единствената жена частичков физик през този семестър. По единично и на малки групи останалите влизат забързано в залата, носейки своите подноси с обяд и към 12,50 ч. изглежда са се събрали всички. Тук са и двама от тримата физици от отдела по физика на частиците на ИАИ: Фрийман Дайсън и Стивън Адлер. Роджър Дашен е другаде. Има и няколко дипломирани физици от Университета и няколко представители на факултета.

Джулиан Бигелоу влиза точно в 1,00 ч. – същият Бигелоу, който е главен инженер на Проекта за електронен компютър в прекрасните времена на Джон фон Нойман.

Корин Манъгю става от мястото си, излиза отпред и се обляга в края на масата. Тя промърморва нещо – шумът в залата е достигнал максимумът си – и като че ли никой не ѝ обръща внимание, но тя все пак представя Тим Морис: „Нашият днешен лектор,“ казва тя, „е Тим Морис, който ще говори за инстантоните и за супер бета-функцията на Янг-Милс.“

Неизвестно как присъстващите са чули това, мълкват и започват да преместват столовете си така, че да имат добра видимост към черната дъска.

Скоро става ясно защо. При астрофизичните семинари лекторите рядко използват дъската, тъй като обикновено говорят за *неща в небето* и по-рядко за уравнения. Във физиката на частиците, обаче, няма за какво да се говори – има само уравнения. Сякаш елементарните частици са единствено формули. Тим Морис е добре подгответен. Той държи в ръцете си около 20 листа хартия и както изглежда на тях има само ... *уравнения*.

Едно пътешествие от хиляда мили започва с една първа стъпка и Морис започва с едно единствено кратко уравнение с около дузина символа. Това е загрявката. Написва уравнението на дъската и започва да обяснява всеки от символите: „... и това, разбира се, е конформната фермационна нулева мода,“ и т.н. Всред аудиторията – абсолютно притихнала и наострила уши – малцина си водят бележки, а повечето седят отпуснати и гледат.

Морис написва още уравнения, като същевременно обяснява: „Поправките за безкрайност възникват по такъв начин, че степента на g тук да се ренормализира“, и всички го приемат без да мигнат, като че ли това е никаква физика за пъволаци.

Написва още уравнения, като същевременно говори за свръхсиметрични теории, инстантони, свръхполета ... когато внезапно е прекъснат от въпрос. Задава го от последните редове член на факултета и в гласа му има известно доза пренебрежение, някаква скептична интонация е вложил той в него в духа на „това вече е прекалено“: *Как бихте могли да очаквате да получите интересни решения, когато не държите сметка за трансформациите на Лежандр?*

Но Тим Морис отговаря напълно спокойно: „Освен ако има нещо, което съм пропуснал,“ казва той, „аз не виждам никакъв проблем.“ Спокойно обяснява защо може да получи интересни решения, независимо от трансформациите на Лежандр. Задалият въпроса не е много убеден, но все пак приема обяснението.

Семинарът продължава цял час. На дъската се появяват все нови уравнения, после изчезват под гъбата и изникват нови. Морис говори предимно по записките си, но от време на време прави пауза, отстъпва от дъската и обобщава казаното до момента. Понякога рисува скица на нещо, което напомня пържено яйце на очи, но прилича повече на безформено петно.

Малко след 2,00 ч. Морис написва последното от 35-те си уравнения. Внезапно спира да говори, обръща се към аудиторията и големите му вежди се повдигат с няколко сантиметра. Това означава *Край*. Хората аплодират досада силно. Никой не е напускал залата дори за да си вземе десерта. Очите им не са се откъсвали от *уравненията*. Сега, когато няма повече *уравнения*, които да съзерцават, и очевидно няма други въпроси, всички се втурват навън.

На следващия ден срещам Фриймън Дайсън по стълбите на корпус D. „Как Ви хареса нашия малък семинар?“, ме пита той.

„Е, за мен това беше нещо като на китайски“, отговарям аз.

„В такъв случай на Вас Ви е станало толкова ясно, колкото и на мен“, отвръща Дайсън.

„Така ли, м-да ... Аз поговорих с Тим Морис след това.“

„О-о“, казва Дайсън, „в такъв случай Вие сте разбрали много повече от мен“.

Тим Морис е на 26 години. Отначало следва в Кеймбриджкия университет, после се дипломира в Саутхемпътънския. От там идва направо в ИАИ. Работи върху свръхтеориите на Янг-Милс за доктората си и сега е почти експерт от световна класа в тази област. Докато прави доктората си, интересът му е привлечен от работата на няколко руски учени върху инстантоните. Инстантонът, обяснява Морис, е свързан с процеса на тунелиране, който протича между две конфигурации на силови полета. „Нарича се инстантон, тъй като на практика това нещо – тунелирането – протича мимолетно“, казва той. „Точно като онова.“

Първоначално Морис и неговият ръководител, Дъглас Рос, смятат да покажат, че аргументите на руснаците са коректни, но в крайна сметка доказват обратното. „Смисълът на цялата ми лекция на семинара беше да разкажа как започнахме с намерението да ги подкрепим, а на края стигнахме до извода, че вероятно грешат. От цялата работа излезе, че само сме забили гвоздеите в ковчега им“.

Питам го дали това се случва често: да се получават отрицателни резултати, като се работи върху неща, които в края на краищата се оказва, че не са верни.

„Физиците-теоретици“, казва Тим Морис, „изразходват огромно количество енергия, за да опровергаят някого или да се опитват да доразвият нечия теория, независимо дали тя има нещо общо с природата. Подобно на теорията, за която говорих днес: в нея няма нищо реално, защото е твърде елементарна. По-голямата част от днешната теоретична физика е върху теории, за които физикът знае, че на практика не съответстват на природата. Много енергия например е изразходвана за двумерни теории. Но ние не живеем в две измерения, а в четири. Така че, какъв е смисълът?“

Добър въпрос. „Какъв е смисълът?“

Ако искате да бъда циничен,, казва Морис, „причината, поради която хората работят в две измерения, е, че е по-лесно с две, отколкото с четири. И ако няколко момчета в единия край на света започнат да работят с двумерни теории, то една група в другия му край вижда това и казва: „А-ха, те не са разбрали същността, а биха могли да го направят,“ или „Сгрешили са,“ или нещо друго, и щом веднъж това започне, се публикуват стотици статии върху нещо, което няма нищо общо с реалния свят.“

„Не би ли трябвало хората да работят върху правилни теории, вместо да се опитват да опровергават неправилни такива?“

„Но ние *нямаме* правилна теория на природата“, отговаря Морис. „И докато не знаете коя е правилната теория, не е лошо да работите върху всички възможни такива, тъй като една от тях би могла все пак да се окаже правилната. Може би двумерните теории на полето са дори един добър пример. Появи се теорията на струните – а струните са двумерни повърхности – и изведнъж цялата онази двумерна теория на полето си намери приложение. Това има смисъл.“

Частичковата физика работи по този начин, казва Тим Морис, тъй като полето е твърде сложно.

„Много е трудно да напишеш теория на нещо и да си напълно коректен. Теорията служи за опростяване на нещата. По времето на Нютон се е боравило с една, две или три частици. В реалността имате милиарди и милиарди свързани помежду си частици. Никой не би могъл да пресметне нещо такова.“

„Но щом нещата са толкова сложни, защо сте уверени в правилността на теорията си?“

„Зашто има много юнаци по света и всички те искат да те тръшнат на земята, ако не си прав.“

Никога не липсват хора, които биха те повалили, ако си частичков физик в ИАИ. „Ако си търся добра работа, Институтът се котира високо“, казва един от младите сътрудници. „И близостта на Университета е добре дошла по много причини, тъй като в съседство имате някои доста силни момчета. От друга страна той повишава напрежението, което прави това място не чак толкова добро за живеещие. Но там би трябвало да е много по-зле, тъй като самият Институт е доста неудобен съсед.“

„Не разбирам. Кой е източникът на напрежението?“

„Напрежението се поражда от конкуренцията с момчетата от Принстън. Ако не се справяш както трябва, те ще те разкъсат.“

„А вие все пак не искате ли да получавате най-добрата възможна критика?“

„Естествено, но има разлика между това да бъдеш критикуван и да бъдеш напълно разпердущинен на семинарите. Това се е случвало. Те искат да покажат колко са велики. На семинара Тим Морис имаше късмет. Той изобщо не беше нападан, но мисля, че това му предстои. Добрите момчета от Принстън имат репутацията на хищници.“

Питам го дали Институтът е засенчен от своя съсед.

„Има нещо такова в момента“, казва той, „и не виждам какво прави ръководството на ИАИ това да не бъде така. Те, предполагам, стоят и чакат да дойде някой гений и в резултат на това такъв не идва. Тук няма водеща личност и това е срамота.“

Последната водеща звезда изчезва със смъртта на Опънхаймър. Опи е блестящ, а хората ги привлича светлината дори в плесенясалия академичен свят. В ИАИ вече няма нито една блестяща личност, а съвсем не е трудно да има. След Опи се говори, че Мъри Гел-Ман ще стане директор. Гел-Ман е блестящ: Нобелов лауреат, ужасно интелигентен. Личният избор на Опи е Франк Янг, но той отказва и когато през 1965 г. обявява, че през следващата година ще се оттегли, Институтът решава, че е време да се направи инвентаризация. По онова време ИАИ съществува вече 35 години, през последните 18 от които е ръководен от физик и може би не трябва да се назначава пак такъв.

Управителният съвет излъчва Комитет за бъдещето на Института. След 6 месеца работа Комитетът решава, че е назряло времето да се промени управлението ... нещо, от което редовният състав винаги е изпитвал смъртен страх. Те мразят промените и имат основание за това: когато нещата са перфектни, каквито би трябвало да бъдат в един Платоново-небесен Рай за Ученi, всяка промяна няма как да не води към по-лошо. Въпреки това Управителният съвет приема препоръките на Комитета. ИАИ трябва да се потопи в проблемите на съвременността и те назначават за директор Карл Кейзен, който според тях е необходимият човек.

Роден във Филаделфия през 1920 г., Кейзен получава докторат в Харвард и се впуска в обществена дейност. Работи в Белия дом при Кенеди, отива в Индия с Авърел Хариман, а след това в Москва участва в разработването на Договора за ограничаване на опитите с ядрени оръжия. Но според редовните членове нито една от тези дейности не променя факта, че Карл Кейзен въобще не пасва в шаблона на Института. Първо, той е икономист, а икономиката не може да се нарече „наука“, освен при твърде фриволна употреба на термина. Във всеки случай тя е дълбоко вкоренена в мръсната практическа реалност, за да бъде добре приета тук. После, неговите книги: „САЩ среци Корпорацията за производство на машини за обувки: икономически анализ на един анти-тръстов случай (1956); Американското търговско кредо (1956); Анти-тръстова политика (1959); Търсенето на електроенергия в САЩ (1962). Редовните членове гледат тези заглавия и очите им се изцъклят. Андре Уайл споделя: „Мисля, че е писал доктората си за някоя обувна фабрика.“

През 1966 г. Кейзен става четвъртият поред директор на ИАИ. Първоначално взаимоотношенията му с редовните членове са добри. Физиците си отиват един по един, така че Кейзен назначава четирима нови на тяхно място: частичковите физици Стивън Адлер и Роджър Дашен, плазменият физик Маршал Роузенблат и астрофизикът Джон Бакал. Задейства и плана си за създаване на Колеж по социални науки и не среща съпротива от страна на редовните, когато назначава антрополога Клифърд Гиртц, с докторат от Харвард и пет издадени книги.

Но след две години покривът пада върху главата на Кейзен. Той издига кандидатурата на Норберт Белах за редовен професор. Белах е социолог и според редовните – особено математиците – социологията е нещо като драксане с нокти по черната дъска. Математиците живеят в свят на вечни истини и безкомпромисен перфектционизъм ... които съвсем не са сред достойнствата на който и да било, свързан със социологията. „Мнозина от нас започнаха да четат безценни трудове на г-н Белах“, свидетелства математикът Андре Уайл. „Виждал съм слаби кандидати и преди, но никога не съм имал усещането, че така жестоко си губя времето.“ Но презрение към Белах изпитват не само математиците. Харолд Чернис, класицист и философ, отбелязва: „Ясно е като бял ден, че Белах няма интелектуалните и академични качества на професор в ИАИ.“

Белах е написал една монография върху религията на Токугава, дузина статии и е събрал някои от най-личните си, не много научни, есета, в том под заглавието *Отвъд вярата*. По време на избора гласовете „против“ са 30, а „за“ – 8, при трима въздържали се. Но Кейзен заявява, че въпреки това ще назначи Белах. Това прелива чашата. Редовните не само не биха приели Белах, те биха се освободили и от Карл Кейзен.

Това довежда до бунт номер 3 в ИАИ.

Този метеж е далеч по-мощен от останалите. Това е огромен скандал, който е отразен с няколко сензационни публикации в *New York Times*.

„Нямаме доверие в преценките на Кейзен, в неговата честност и в думите му“, казал Дийн Монтгомери. „Той е по същество политик, който почти няма никакъв интерес или уважение към авангардните изследвания. Той е жаден за власт, но няма моралната почтеност или интелектуалния капацитет да я използва разумно.“

(Същевременно други се чудят какво е прихванало Монтгомери, който е опонирал на Опънхаймър, а сега се противопоставя на Кейзен. „Винаги съм смятал Монтгомери за прекрасен човек“, казва един от членовете на ИАИ. „Но тук кой знае защо той се държи като чудовище, което се опитва да разкъсва директорите.“)

„Ползата от Кейзен е изчерпана и колкото по-бързо освободи мястото, толкова по-добре“, казал математикът Арманд Борел. „Седемнадесет души загубиха доверие в директора. Немислим е Институтът да продължава да работи в тази обстановка. Липсата на доверие у нас е толкова дълбока, че ние не виждаме никаква възможност за споразумение с Д-р Кейзен, тъй като той би могъл спокойно да го пренебрегне, когато му хрумне.“

(Защо именно математиците са в основата на тези неприятности? Един от членове обяснява: „Знаете какво казват за тях: че всичко, което могат да направят за един ден, тъй като то е толкова концентрирано и отнема толкова много от творческата им енергия, те го правят за няколко часа сутринта, а през останалата част на деня досаждат на другите.“)

Но Кейзен решава, че ще може да ги унищожи, поне временно. „Имам намерение да остана и да служа, докато съм полезен“, казва той през 1973 г. Освен това си има поддръжници сред редовния състав и то не само в лицето на Клифърд Гиртц, когото е назначил. Самият Фрийман Дайсън по онова време смята, както и сега, че Карл Кейзен е най-добрият директор, който ИАИ е имал. „Той не благоговее пред никого“, казва Дайсън. „Обикаля на около и задава трудни въпроси, като *Наистина ли това място е толкова смакнато?* Той срита задниците на всички ни.“

Но две години по-късно Карл Кейзен напуска директорското място и ИАИ. В писмо до редовните той пише: „Десет години академично администриране и организаторска дейност са достатъчни; искам да прекарам следващите десет или двайсет години по по-приятни начини.“

Случва се така, че математикът Андре Уайл, един от най-непримиримите враговете на Кейзен, трябва да напусне точно в деня, който е последен и за Кейзен. „Когато наближи този ден“, разказва Уайл, „смятах да помоля Управителния съвет за удължаване на договора ми с точно 24 часа. Така бих могъл да се порадвам на един ден без Кейзен в Института.“ В края на краишата Уайл не го прави.

Така приключва бунт номер 3 в ИАИ.

Каквото и да са греховете на Карл Кейзен в случая с Белах, всеки, който е бил в ИАИ трябва да му отдаде мълчаливо признание за това, че вкарва ИАИ окончателно в 20-ти век, не толкова интелектуално, колкото материално. Ейбрахам Флекснър смята, че сградите и терените трябва да са на заден план в сравнение с кадрите. „Мозъци, не тухли и хоросан“, е неговото мото и последователността му води до агресивно утилитарната структура, която той налага върху Олдън Фарм. Като добър Платонист, Флекснър не е особено чувствителен към начина, по който физическата привлекателност на околната среда подобрява духовния живот на „работниците“ в ИАИ. Кейзен, обаче, не е толкова тесногръд Платонист.

„Окончателните стандарти в интелектуалния свят са естетически“, пише веднъж Кейзен. „Термини като оригиналност, наситеност и елегантност днес се използват в положителен смисъл за характеризиране на интелектуалната дейност. Така че е подходящо за целите на ИАИ да се търси красота, както и полезност на структурата, в която се развиват неговите дейности.“

Кейзен, който набира повече от 8 miliona долара за ИАИ по време на своето директорство, построява нови сгради за столова и за кабинети на членовете. Старата столова е толкова малка, че хората ядат набързо и бягат, за да освободят място за следващите, практика, която не е благоприятна за обмяната на идеи по време на хранене. Новата структура на ИАИ създава липсващото дотогава усещане за свобода, простор и хармония, а Кейзен не се потупва по рамото, когато пише до Управителния съвет, че „Всички печелят от усещането за ред и добър вид, които създават новите сгради. Не всички са наясно на какво дължат своето удовлетворение, но почти всички го изпитват.“

Но враговете на Кейзен не виждат нищо такова. Те ругаят неговите сгради (които са удостоени с награди) като най-скъпите такива на квадратен метър в цялата страна. Според тях Кейзен не може да направи нищо свястно.

Десет години след него, зданията, които той издига, са перлите на кампуса, а Колежът по социални науки е малък, но проспериращ. Програмата в областта на физиката на частиците, обратно, се опитва да възстанови част от бившата си слава, тъй като е западнала сериозно – по нея работят само млади членове или временно назначени. Все още на върха има много свободно място за личности като Дирак, Паули и Опънхаймър.

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

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА – СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМ XXVIII (2005 г.)**СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМ XXVIII****CONTENTS OF VOL. XXVIII****НОБЕЛОВАТА НАГРАДА**

- Свръхпроводници от втори род и вихрова решетка – А. А. Абрикосов (Нобелова лекция)
- Абрикосов – човекът зад нобелиста – М. Бушев
- Нобеловите награди за 2005 г.

НАУКАТА

- Природни ядрени реактори – Хр. Протохристов
- Пеперуди и суперструни – Фр. Дайсън
- Квантова критичност – П. Колман и А. Скофийлд
- Идентификация на тъмната материя – В. Бурдюжа
- 2004 г. донесе интересни резултати – Д. Динев
- Физиката на прага на 21 век – Ж. Алфьоров
- Митът за началото на времето – Г. Венециано
- Неутринните осцилации – С. Биленкий
- Теория на всичкото? – Г. ‘т Хофт и др.
- Биологичен термооптичен ефект – Г. Гараб

НАУЧНИ НОВОСТИ

- Започна строителството на ITER

ФИЗИКА И ПРИЛОЖЕНИЯ

- Бъдещето на ядрената енергетика в Европа – К. Хескет, А. Уорол, Д. Уивър

ОБУЧЕНИЕ

- Въздействието на физиката върху обществото – Е. Де Волф
- Образна „диагностика“ на учебния физичен експеримент – М. Вацкичева
- Физични задачи с изненади – Л. Вацкичев, М. Вацкичева
- Ученически конкурс – Л. Вацкичев

ИСТОРИЯ

- Луи де Броїл – принц в науката и... – Н. Ахабабян

THE NOBEL PRIZE

- | | |
|--|-----|
| – Type II Superconductors and the Vortex Lattice – A. A. Abrikosov | 22 |
| – Abrikosov – the Person behind the Nobel Prize Winner – M. Bushev | 32 |
| – The 2005' Nobel Prizes | 373 |

THE SCIENCE

- | | |
|---|-----|
| – Natural Nuclear Reactors – Hr. Protohristov | 1 |
| – Butterflies and Superstrings – F. J. Dyson | 38 |
| – Quantum Criticality – P. Coleman and A. Schofield | 125 |
| – Identification of Dark Matter – V. Bourdudja | 135 |
| – Particle Physics in 2004 – D. Dinev | 139 |
| – Physics on the Brink of 21 Century | 250 |
| – The Myth for the Beginning Time – G. Veneziano | 262 |
| – Neutrino oscillations – S. Bilenki | 374 |
| – A Theory of Everything? – G. ‘t Hooft | 391 |
| – Biological Thermo-optical Effect – G. Garab | 400 |

SCIENCE NOVELTY

- | | |
|----------------------------|-----|
| – The construction of ITER | 249 |
|----------------------------|-----|

PHYSICS AND APPLICATIONS

- | | |
|---|-----|
| – Future Challenges for Nuclear Energy in Europe – K. Hesketh, A. Warral, D. Weaver | 272 |
|---|-----|

THE EDUCATION

- | | |
|--|-----|
| – The Impact of Physics on Society – E. de Wolf | 54 |
| – Pattern Diagnostics... – M. Vatzkicheva | 220 |
| – Physical Problems with Surprises L. Vatzkichev, M. Vatzkicheva | 308 |
| – Pupils' Competition – L. Vatzkichev | 455 |

- HISTORY

- | | |
|--|----|
| – Louis de Broglie – a Prince of Science and... – N. Ahababjan | 67 |
|--|----|

- Историческият смисъл на теорията на Айнщайн – Х. Ортега и Гасет	- The historical Meaning of the Theory of Einstein – Ortega y Gasset	84
- Емилио Серге – един от алхимиците на XX век (ч. I) – Н. Балабанов	- E. Segre – one of the 20 century Alchemists (p.1)– N. Balabanov	151
В. Л. Гинзбург пред съда на ВАК – А. Сонин	- V. L. Ginzburg before the Court of... – A. Sonin	163
- „Да чуеш зова на бъдещето“ – В. Визгин	- „The Call of Future“ – V. Vizgin	170
- Е. Серге – един от алхимиците на XX век (ч. 2) – Н. Балабанов	- E. Segre (part 2) – N. Balabanov	280
- Анри Планкаре – И. Тодоров	- Henri Poincarè – I. Todorov	405
ГОДИШНИНИ		
- 50-годишнината на ЦЕРН – Р. Ценов	- Fifty Years of CERN – R. Tzenov	292
- Проф. Стоян Петров – Ст. Величкова	- Prof. St. Petrov – S. Velichkova	305
WYP		
- Програма на клоновете на СФБ	- Program of the UPB Branches	103
- Айнщайн и науката за езика – Р. Якобсон	- Einstein and the Science of Language – R. Jakobson	189
- Универсалният език на науката – А. Айнщайн	- The universal Language of Science – A. Einstein	199
- Физиката на утрешния ден – Н. Тончев	- Physics of tomorrow – N. Tonchev	201
Постижения на физическите науки в БАН – Г. Камишева	- Achievements of Physical Science in BAS – G. Kamisheva	314
- Физиката освети България – Д. Динев	- Enlightened Bulgaria – D. Dinev	324
- Празник на физиката в Пловдив – Ж. Райкова, Ив. Русалова	- Physics Festival in Plovdiv – J. Rajkova, I. Rusalova	328
- Областен фестивал в Силистра – М. Любенова, Н. Иванова, М. Ботев	- Physics Festival in Silistra – Liubenova, N. Ivanova. M. Botev	330
- Хоризонти на физиката – Л. Вацкичев	- Frontiers of Physics – Vatzkichev	433
- Физиката и астрофизиката на 21 век – Вл. Атанасов	- 21 c. Physics and astrophysics – Vl. Atanassov	434
- Клаус фон Клитцинг – интервю	- Klaus von Klitzing – an Interview	436
НАУКА И ОБЩЕСТВО		
- Значението на физиката на високите енергии... – Ш. Л. Глашоу	- The importance of high-energy Physics – Sh.L. Glashow	175
- Европейската наука в подкрепа на мира – В. Фрювалд	- European Physics in support of Peace – W. Fruhwald	180
- Кой трябва да изучава физиката през 21 век и защо? – Е. Редиш	- Who needs to learn Physics in 21 c. and why? – E. Redish	422
НАУЧЕН ЖИВОТ		
- Наградата „В. К. Фредерикс“ за акад. А. Г. Петров	- Reward „V.K.Fredericks“ to acad. A. G. Petrov	338
- В. К. Фредерикс – Н. Ахабабян	- V. Fredericks . N.Ahababjan	339
- VEIT-2005 Международна лятна школа	- VEIT-2005 Int. Summer School	431
SCIENCE AND SOCIETY		
SCIENTIFIC LIFE		

ФИЗИКА И ЛИРИКА	PHYSICS AND LYRICS
- Физични и емоционални наслаждения... – Н. Борисов	- Physical and emotional Delight- N. Borissov
	95
ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА	PHYSICS AND METAPHYSICS
- За мисловните експерименти в науката – Б. Грозданов	- Thought Experiments in Physics – B. Grozdanov
	440
LINGUA PHYSICA	LINGUA PHYSICA
- М. Панчева, Езикът и пространствено- времевият континум	- The language and the space-time continuum – M. Pancheva
	449
НАУКА И ТЕОЛОГИЯ	SCIENCE AND THEOLOGY
- Психологичните мотивации на науката... – А. Юревич	- The Psychological Motivation of Science – A. Jurevitch
	203
СЪЮЗЕН ЖИВОТ	THE UNION
- Конгрес на СФБ	- Congress UPB-Sofia – Vatzkichev
- Отчет на Софийския клон на СФБ	- Congress Report – L. Vatzkichev
- Управителен съвет на СФБ	- Board of UPB
- Национална конференция „Физиката и информационните ...“ – Л. Вацкичев	- National Conference „Physics and Information ...“ – L. Vatzkichev
- Симпозиум „Развитие и разпростра- нение на физическите...“ – Н. Балабанов	- Symposium Development and Propa- gation... – N. Balabarov
- Семинар на Софийски клон на СФБ – Л. Вацкичев	- The Sofia Branch of UPB meets – L. Vatzkichev
	457
PERSONALIA	PERSONALIA
- Петдесетгодишен юбилей на випуск по физика	- 50 Jubilee of the physics graduates
	459
КНИГОПИС	BIBLIOGRAPHY
- Уранът и неговото делене – Ч. Сто- Янов	- Uranium and its Fission – Tch. Stoyanov
- Драма на идеите – М. Бушев	- Drama of ideas – M. Bushev
- Рационалност и просветленост – Н. Ахабаян	- Rationality and Enlightenment – N. Ahababjan
- Скалпелът на смеха (за книгата „Антимулдашев“) – М. Бушев	- The scalpel of Laughter (about the book „Anti-Mouldashev“) –M. Bushev
	467
IN MEMORIAM	IN MEMORIAM
- Сава Манов	- Sava Manov
- Ст.н.с. Василий Г. Кънев	- Vassily G. Kanev
- Доц. Венцеслав А. Ризов	- Venzeslav A. Rizov
- Проф. Цв. Бончев и проф. Е. Вапирев	- Tzv. Bontchev and E. Vapirev
	471
ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ	SERIAL
- Кой наследи кабинета на Айнщайн? (части 1-4) – Е. Риджис	- Who got Einstein's Office? (parts 1-4) – Ed. Rigis
	111, 226, 349, 473