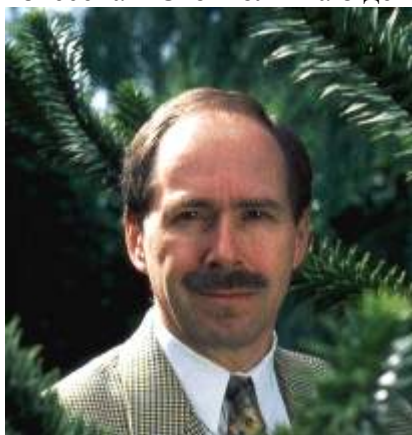


ПРОТИВОБОРСТВО С БЕЗКРАЙНОСТТА

Нобеловата лекция на Герардус 'т Хофт,
изнесена в Стокхолм на 8 декември 1999 г.



1. Да започнем с оръдовъра.

Първоначалните усилия за построяване на релативистичен модел на слабите взаимодействия се оказаха безплодни, понеже при изчисляване на радиационните поправки възникваха безкрайни, а затова и безсмислени изрази. Когато беше открита пренормируемостта на моделите, основаващи се на калибровъчните теории и на механизма на Хигс, досадните безкрайности изчезнаха - съкратиха се. Тъй като това постижение изглежда като резултат на математическо магьосничество, вероятно си струва да

се разгледат физическите принципи, на които то се основава.

2. Въведение.

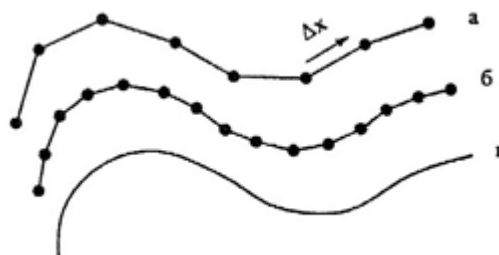
Да се намирам тук и да изнасям подобна лекция е най-висшата чест, достъпна за учен, работещ в тази област. Трудно ми е да изразя благодарността си не само на Нобеловия комитет и на Шведската Кралска академия на науките, но и на многобройни приятели и колеги-физици, които сметнаха, че нашата работа е достойна за номинирането ѝ за тази премия. В тази лекция искам да поразмишлявам за усилията, които бяха необходими за "укротяване" на калибровъчните теории, за причините на съпровождалия ни успех и за онези уроци, които следва да извлечем. Съзнавам опасността от подобно начинание. В миналото нерядко се е случвало да се достигне до напредък точно защото предшестващите уроци са били отхвърляни. Въпреки че това вероятно е така, смятам, че тези уроци са много важни и ако бъдещите изследователи решат да ги игнорират, то те трябва поне да си дават сметка какво правят.

Когато започнах да се занимавам с физика на елементарните частици, не съществуваше никаква точна теория на слабите взаимодействия [1]. Както е известно, всяка теория, която биваше предлагана, се оказваше непренормируема. Какво означава това? Фактически това значи, че при изчисляване на поправки към амплитудите на разсейване възникват физически недопустими изрази. От резултатите на изчисленията следваше, че тези амплитуди трябва да бъдат безкрайни. Като правило възникваха интеграли от вида

$$\int d^4k \frac{\text{Pol}(k_\mu)}{(k^2 + m^2)[(k+q)^2 + m^2]} = \infty \quad (2.1)$$

където $\text{Pol}(k_\mu)$ е някакъв полином от променливите на интегриране k_μ . От физична гледна точка това е безсмислица. Когато независимо от използвания модел в пресмятанията се получава, че влиянието на някакво не много ясно второстепенно явление е безкрайно голямо, това означава, че този тъй наречен "второстепенен" ефект съвсем не е толкова безобиден, колкото вероятно е изглеждал, а по-скоро, че той не е отчетен коректно в дадения модел и затова моделът трябва да се доработи, като се обърне специално внимание на онези негови страни, които първоначално са изглеждали несъществени. Безкрайностите в теорията на слабите взаимодействия възникваха от взаимодействията с виртуалните частици при извънредно високи енергии. Високите енергии означават също така големи импулси, а в квантовата

механика това значи, че свързаните с такива частици вълни имат много малки дължини. От тук следва, че структурата на съществуващите тогава теории при малки разстояния е неясна.



Фиг. 1. Диференциране.

Малките пространствени мащаби и кратките времеви интервали се появяват за първи път във физиката, когато Нютон и Лайбниц въвеждат понятието *диференциране*. При описване движението на планетите и на техните спътници се налага разглеждането на

малък времеви интервал Δt и на преместване на обекта Δx в този интервал (фиг. 1а). Ключовото твърдение било, че при граничен преход $t \rightarrow 0$ съотношението

$$\Delta x / \Delta t = v \quad (2.2)$$

има смисъл и се нарича "скорост". В действителност може още веднъж да се образува такова съотношение - на *изменението* на скоростта Δv за този малък промеждутък време Δt , и както преди съотношението

$$\Delta v / \Delta t = a \quad (2.3)$$

има смисъл при $\Delta t \rightarrow 0$ и го наричат "ускорение". Тяхното велико откритие е било, че трябва да се напише уравнение, свързващо ускорението, скоростта и положенията на тялото, и че при граничния преход, когато Δt клони към нула, възникват добри модели за описване на движението на небесните тела (фиг. 1в). Появилият се въз основа на това раздел на математиката, изучаващ диференциалните уравнения, днес е неотделима част от апарата на теоретичната физика и ние често не съзнаваме, колко важни и нетривиални са били в действителност тези твърдения. В съвременните физически теории карат разстоянията и времевете интервали постоянно да клонят към нула, в това число и в теориите на полето с голям брой размерности, като предполагат, че принципите на диференциалните уравнения са приложими и към тях. Но от време на време се случва всичко да се окаже неправилно: граничните преходи, които ни се струваха добре познати, явно не съществуват. Тогава се налага свойствата на моделите да бъдат преразглеждани при най-малките възможни времеви интервали и разстояния.

Безкрайните интеграли не бяха новост в теорията на частиците. Те се появяваха нееднократно и в някои теории се знаеше как трябва да се постъпва с тях [2]. Необходимата процедура се нарича "пренормиране". Да си представим частица, например електрон, във вид на малка сфера с радиус R и маса $m_{\text{гол}}$. Да я снабдим с електричен заряд Q . Енергията на електричното поле, създавано от този източник, се представя с израз

$$U = Q^2 / 8\pi R \quad (2.4)$$

и съгласно специалната теория на относителността на Айнщайн съответства допълнителна маса, равна на U/c^2 , където c е скоростта на светлината. Системата частица плюс полето ще има маса, равна на

$$m_{\text{физ}} = m_{\text{гол}} + Q^2 / 8\pi c^2 R \quad (2.5)$$

Именно тази е масата, наричана "физическа", която би измерил експериментаторът, ако частицата се подчиняваше на закона на Нютон $F = m_{\text{физ}} a$. Обезпокояващото тук е, че поправката към масата се стреми към безкрайност, когато радиусът на частицата R се стреми към нула. А на нас ни е необходимо R да бъде равно на нула. Ако R беше крайно, става трудно да се отчете обстоятелството, че *силата*, действаща на частицата, трябва да се предава със скорост по-малка от тази на светлината, както се изисква от

специалната теория на относителността. Ако частицата се поддава на деформации, тя не би била истински "елементарна". Затова частици с крайни размери не могат да служат за добра основа в теорията на елементарните обекти.

Освен това съществува ефект, водещ до изменение на електричния заряд на частицата. Този ефект се нарича "поляризация на вакуума". По време на извънредно кратките времеви интервали квантовите флуктуации предизвикват раждане и следващо унищожение на двойки частица-античастица. Ако тези частици имат електричен заряд, то онези от тях, които имат противоположен заряд на пораждащата ги частица, се стремят да се движат към нея и по такъв начин да я неутрализират. Въпреки че този ефект обикновено е много слаб, съществува тенденция вакуумът да "екранира" заряда на разглежданата частица. В резултат на този екраниращ ефект частица със заряд $Q_{\text{гол}}$ при наблюдаване от някакво разстояние изглежда като частица с по-малък заряд $Q_{\text{физ}}$. Връзката между $Q_{\text{гол}}$ и $Q_{\text{физ}}$ пак зависи от R , и, подобно на случая с масата на частицата, пренормирането на заряда се стреми към безкрайност, когато R клони към нула (въпреки че при крайни R този ефект по правило е достатъчно слаб).

Още през първата половина на 20-и век физиците бяха осъзнали следното. *Единствените* свойства на частиците, например на електрона, които ние въобще можем да измерим, са физичната маса $m_{\text{физ}}$ и физичният заряд $Q_{\text{физ}}$. По този начин необходимата процедура се състои в това да се вземе граничен преход към безкрайност за R и да се оставят константни $m_{\text{физ}}$ и $Q_{\text{физ}}$. Всичко, което става с *голата* маса $m_{\text{гол}}$ и с *голия* заряд $Q_{\text{гол}}$ при този преход, няма значение, понеже тези величини по принцип не могат да бъдат непосредствено измерени.

Разбира се, едно такова разсъждение съдържа и известна опасност. Ако в уравнение (2.5) устремим R към нула, като едновременно удържаме $m_{\text{физ}}$ фиксирано, ще видим, че $m_{\text{гол}}$ клони към *минус* безкрайност. Могат ли теории, в които частиците имат отрицателна маса, да се окажат въпреки това стабилни? Отговорът е отрицателен, обаче в квантуваната теория, за щастие, уравнението (2.5) се заменя с друго уравнение. Тогава масата $m_{\text{гол}}$ се стреми към нула, а не към минус безкрайност.

3. Ренормализационната група.

Съвременният подход за разглеждане на структури на малки разстояния се свежда до провеждане на *машабни преобразования* с използване на *ренормализационна група* [3]. Това може да се илюстрира, като отново разгледаме уравненията на движение на планетите. Да предположим, че сме избрали някакъв времеви интервал Δt и търсим уравнение за преместването Δx . Искаме да направим много точно граничния преход $\Delta t \rightarrow 0$. Можем, например, отначало да разделим всички интервали Δt и Δx на 2 (фиг. 1б). Ще видим, че ако изходните интервали са били достатъчно малки, новите резултати от изчисленията ще бъдат много близки до първоначалните. Това е така, защото за малки времеви интервали планетите и техните спътници изминават неголеми отрязъци от орбитите си, които са *много близки до прави линии*. Ако планетите се движеха по прави линии, деленето на 2 изобщо нямаше да води до каквито и да било разлики. Но планетите се движат по прави линии само ако на тях *не им действат никакви сили*. Въобще диференциалните уравнения са толкова добре приложими за описване на движението на планетите, защото *може да се игнорира влиянието на сили* (на "взаимодействия") при достатъчно малки времеви и пространствени интервали.

Ние се научихме да правим същото и в теорията на квантуваните полета, описващи елементарните частици. Да разгледаме отново система от взаимодействащи частици в много малки времеви и пространствени мащаби. Ако при достатъчно малки мащаби взаимодействията между частиците могат да се пренебрегнат, ясно е как да се

направи граничен преход, когато всички тези мащаби достигат самата нула. Тогава взаимодействията могат да се пренебрегнат. В тези мащаби всички частици се движат без смущения и физиката на процесите ни е ясна. Подобни теории могат да имат доброкачествена математическа основа: ясно е как да се проведат изчисления чрез апроксимации на пространството и времето, като се делят на крайни интервали и след това се извършва граничен преход.

Та каква е ситуацията в този случай? Изчезват ли взаимодействията между елементарните частици на достатъчно малки разстояния? И тук се натъкваме на нещо неочаквано, с което физиците са принудени да се борят: тези взаимодействия не изчезват!

В действителност много теории имат "много лошо поведение" при малки разстояния. Прост прототип за такива теории е т. нар. *хирален модел* [4]. В този модел се въвежда многокомпонентно скаларно поле, подчиняващо се на условието пълната му дължина да бъде фиксирана:

$$\sum_i |\phi_i|^2 = R^2 = \text{fixed.} \quad (3.1)$$

При големи пространствени мащаби влиянието на това условие е слабо, понеже квантовите флуктуации са малки в сравнение с R . Но на малки разстояния квантовите флуктуации са големи в сравнение с R и затова посоченото условие предизвиква по-съществен ефект. В резултат на това в подобна теория се появяват силни взаимодействия при малки разстояния, и обратно. Затова при безкрайно малки пространствени мащаби такава теория е лошо определена и моделът се оказва неподходящ за правилното описване на елементарните частици. Други примери за модели с "лошо поведение" на малки разстояния са четирифермионният модел на слабите взаимодействия, както и голяма част от всички опити за построяване на квантов вариант на Айнщайновата теория на гравитацията.

Обаче някои от специално разработените модели не са толкова лоши. Като примери могат да бъдат посочени моделът на безспинови частици, чието поле ϕ взаимодейства само посредством члена $\lambda\phi^4$ в лагранжиана, и моделът, в който заредените частици взаимодействат чрез уравнението на Максвел (квантова електродинамика). В общия случай за пространствен мащаб се избира параметърът $1/\mu$. Машабното преобразование с множител 2 се свежда до добавянето на $\ln 2$ към $\ln\mu$, и ако мащабът на разстояние е равен на Δx , то

$$\mu.(d\Delta x/d\mu) = -\Delta x. \quad (3.2)$$

През 60-те години беше установено, че във *всички* съществуващи по онова време теории вариацията на параметрите на взаимодействие (коефициентът λ в теорията $\lambda\phi^4$ или коефициентът e^2 в квантовата електродинамика за електрони със заряд e) в зависимост от μ се дава от положителна функция [5], наречена β -функция:

$$\mu.(d\lambda/d\mu) = \beta(\lambda) > 0. \quad (3.3)$$

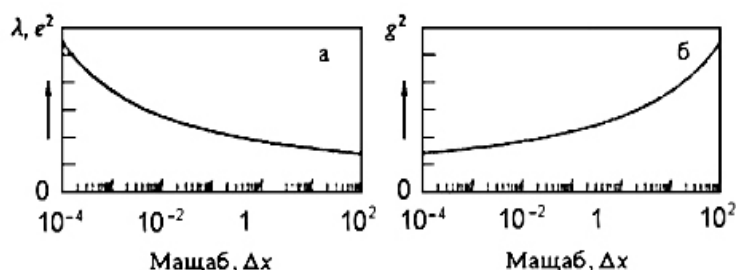
Сравнявайки (3.3) с (3.2), виждаме, че λ нараства при намаляване на Δx .

В споменатите по-горе твърде специални модели функцията $\beta(\lambda)$ при малки λ има поведение на λ^2 и представлява толкова малка величина, че взаимодействието се изменя незначително при прехода от един мащаб към друг. Това означава, че макар взаимодействията все така да са налице (независимо колко малки мащаби разглеждаме), те не са особено опасни, защото такива теории са "пренормируеми". Ако използваме теорията на пертурбациите при малки λ , изчислявайки членовете един след друг, всички коефициенти на разложението ще бъдат еднозначно определени и можем да се поддадем на изкушението да проверим дали в тези теории не възникват никакви сериозни проблеми.

Въпреки това много специалисти бяха доста озадачени и то напълно основателно: ако β е положително, то може да се намери мащаб, при който силата на взаимодействие между частиците е разходяща. Решението на уравнението (3.3) има вида (фиг. 2а):

$$\lambda(\mu) = 1/(C - \beta_2 \ln \mu), \text{ ако } \beta(\lambda) = \beta_2 \lambda^2, \quad (3.4)$$

където C е константата на интегриране, при това $C = 1/\lambda(1)$, ако $\lambda(1)$ е λ , измерена при мащаб $\mu = 1$. Вижда се, че при мащаб $\mu = O[\exp(1/\beta_2 \lambda(1))]$ взаимодействието става необикновено голямо. Понеже при малки $\lambda(1)$ до това е експоненциално далече, този проблем е незабележим в пертурбативната формулировка на теорията. Обаче е ясно, че ако λ се вземе не много малко (както е във реалистичните физически теории), то възникват реални трудности при някакъв краен мащаб. И затова не толкова безумен беше изводът, че тези квантови полета са непригодни и трябва да се търсят други методи за описване на теорията на частиците.



Фиг. 2. Машабно преобразуване на големината на взаимодействието при изменение мащаба на дължината: за теорията $\lambda\phi^4$ и КЕД (а); за теорията на Янг-Милс (б).

Тези проблеми не ме тревожеха по една проста причина. Още през 1971 г. сам проведох изчисления на мащабните свойства на теорията на полето и първата теория, която разгледах, беше теорията на Янг-Милс. Резултатите ми показваха, че в тези теории, ако използваме съвременните означения, се получава

$$\beta(g^2) = Cg^4 + O(g^6), \text{ където } C < 0, \quad (3.5)$$

ако броят на видовете фермиони е по-малък от 11 (за SU(2)) или по-малък от $16\frac{1}{2}$ (за SU(3)). Това изчисление, за което се споменава в моята първа статия за масовата теория на Янг-Милс [6], беше доста изтънчено от техническа гледна точка, но концептуално не толкова сложно. Не можех и да си представя какво съкровище притежавам, не съм и подозирал, че никой от специалистите не е знаел, че β може да бъде отрицателно; работата е в това, че те неизменно се ограничаваха до изучаването само на скаларни полеви теории и на квантовата електродинамика.

4. Стандартният модел.

Понеже нашето намерение беше да се противопоставим на безкрайностите в изчисленията, възникна задачата да се намери такъв модел на слабите взаимодействия, който правилно ще се слее с електромагнитните сили при големи разстояния, но ще си остане достатъчно слабо взаимодействащ на малки разстояния. Решението на проблема се свеждаше до използването на спонтанното нарушение на симетрията*. Въвежда се поле с четворно самодействие, но с отрицателен масов член, така че енергетически изгодната му стойност не е нула. Фактът, че такива полета могат да се използват за генериране на масови векторни частици, беше известен от литературата, но не се използваше широко. Известно беше също, че по подобен начин могат да се строят разумни модели на слабите взаимодействия. Тези модели, обаче, се смятаха за неелегантни, а фактът, че даваха единственото решение на задачата, не се осъзнаваше.

Възврънатите неотдавна към живот модели предсказват не само непознати порано неизвестни канали за слабите взаимодействия, но и нова скаларна частица - бозона на Хигс [8]. Новото слабо взаимодействие, т. нар. взаимодействие на неутралните

токове, беше потвърдено експериментално в течение на няколко години, но до момента на написването на този текст хигсовия бозон все още ни се изплъзва. Някои изследователи подозират, че той въобще не съществува. Ако това е вярно, ще трябва да отъждествим хигсовото поле с хиралното - поле с фиксирана дължина. Може също да се каже, че това съответства на случая, когато масата на "хигс-частицата" се стреми към безкрайност. Частица с безкрайна маса не може да бъде родена, така че можем да смятаме, че такава не съществува. Но, както обяснихме по-горе, хиралните теории имат "лошо поведение" на малки разстояния. Може също да се каже, че силата на взаимодействие при малки разстояния е пропорционална на масата на "хигса"; ако предположим, че тя е безкрайна, ще се окажем в ситуация, когато поведението на малки разстояния става неконтролируемо. Такива модели просто не работят. Възможно е експериментаторите да не успеят при получаването и детектирането на частицата на Хигс, но това ще означава, че за описване на структурата на малки разстояния ще са необходими съвсем нови теории. Вече са предложени такива възможни теории. Понастоящем те изглеждат неелегантни, но кой знае, може би това е свързано само с ограничените ни днес познания? От новите теории по необходимост би следвало съществуването на много неизвестни понастоящем видове частици и експериментаторите биха се радвали да ги открият и изучават. Тук не бива да допускаме провал. Частицата на Хигс или други частици трябва да съществуват и те очакват своето евентуално откриване в близко бъдеще [9].

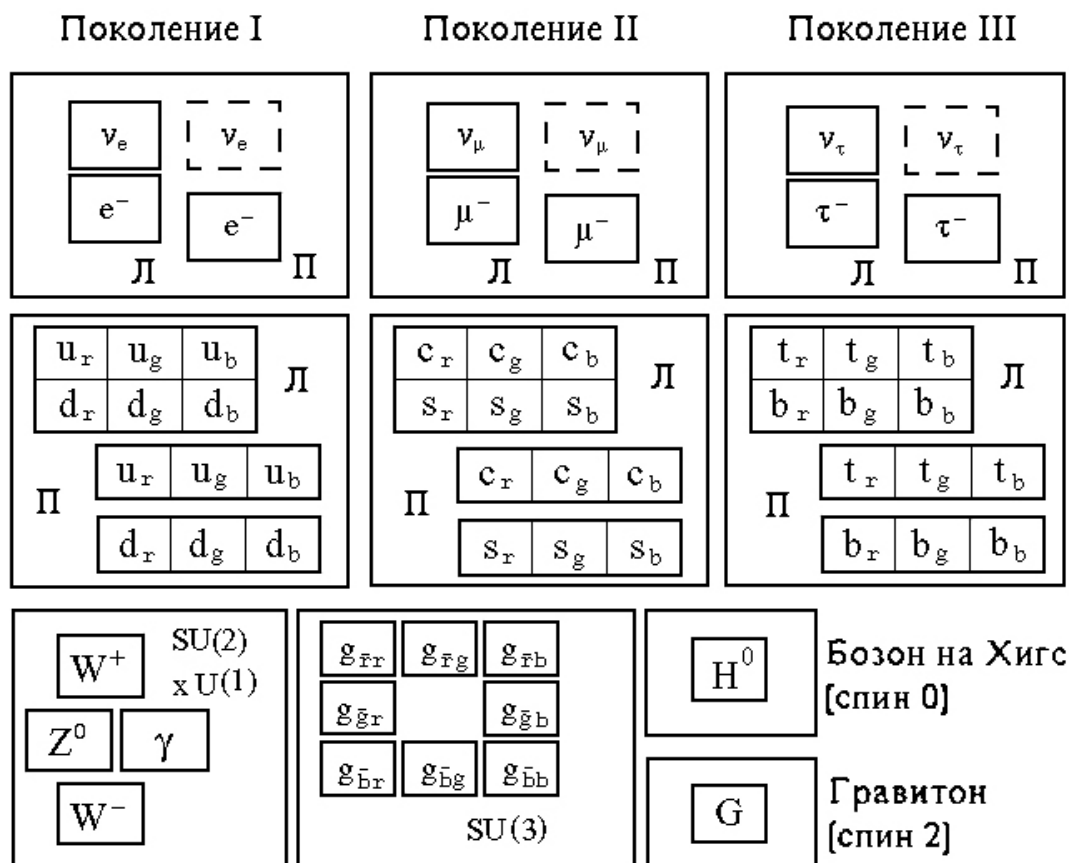
Към силните взаимодействия е приложима същата философия, но крайният резултат от разсъжденията е съвършено друг. Доброто мащабно поведение на чистите калибровъчни теории (фиг. 2б) позволява да се построи модел, в който взаимодействията на големи разстояния определено са силни, но намаляват (макар и само логаритмично) до нула при малки разстояния. Такава теория може да описва силите, свързващи кварките един с друг. Беше установено, че тези сили се стремят към постоянна величина на произволно големи разстояния, там където кулоновите сили биха намалявали по закона на обратните квадрати. Затова квантовата хромодинамика, т.е. теорията на Янг-Милс с калибровъчна група $SU(3)$ може да се използва като теория на силните взаимодействия. Това е единственият допустим модел, в който силата на взаимодействие е голяма, но въпреки това структурата на малки разстояния е контролируема.

Слабото взаимодействие, обратно, намалява *експоненциално*, когато разстоянието между слабо взаимодействащите обекти стане голямо. По такъв начин калибровъчната теория позволява да се построи модел с физически приемливо поведение на малки разстояния, когато силите на големи разстояния могат да се изменят по един от следните три начина:

а) Силата може да намалява експоненциално бързо, както е в случая със слабите взаимодействия.

б) Силата може да намалява по закона на обратните квадрати, както е в електромагнетизма.

в) Силата може да се стреми към постоянна стойност, както е в теорията на силните взаимодействия.



Фиг.

3. Стандартният модел.

Стандартният модел (фиг. 3) представлява най-точният модел, описващ природата във вида, който познаваме днес. Той е построен в строго съответствие с описаните по-горе правила. Основният принцип винаги се свежда до това, че експериментално получаваната информация за елементарните частици се приписва на тяхното поведение на големи разстояния. А за структурата на теорията на малки разстояния се постулира, че тя трябва да бъде толкова регулярна, колкото това е възможно без нарушаване на такива принципи като строго спазване на причинността и лоренцова инвариантност. Такива модели позволяват не само точно да се изчисляват следващите от тях резултати, но, изглежда, и правилно да описват как е устроена природата. В известен смисъл това по-скоро е само твърде добре, за да е вярно. По-нататък ще обясним накратко причините, каращи ни да предполагаме съществуването на много видове частици и сили, които засега не са включени в Стандартния модел, а също и да подозираме, че структурата на Стандартния модел на малки разстояния наистина изисква модификации.

5. Бъдещите ускорители.

Най-силното желание на теоретичите е да изведат всичко, което искат да знаят за структурата на малки разстояния, използвайки само чистата мисъл и фундаменталните принципи. За съжаление днешните наши знания за основите са абсолютно недостатъчни и всичко, което имаме, са някакви направени наслуки предположения. Разбира се, бъдещето на тази област, както и досега, в значителна степен зависи от откритията, които ще бъдат направени при новите експерименти.

Съвременните експерименти с Големия Електрон-Позитронен колайдер (LEP) в

ЦЕРН скоро ще приключат. Тези експерименти с висока точност дадоха впечатляващи резултати, които не само прекрасно потвърдиха Стандартния модел, но позволиха да се направят екстраполации до по-високи енергии. Това означава, че ни е предоставена възможност да получим някои представи за структурата при най-малките достъпни днес разстояния. Най-забележителният резултат е това, че тези структури, явно, са гладки; нови взаимодействия не са открити, а това значи, че масата на хигса не е чак толкова голяма - дългоочакваният стимул за по-нататъшни експерименти по откриването на тази частица.

В близко бъдеще може да се очакват нови интересни експериментални резултати, на първо място от теватронния колайдер във Фермилаб, близо до Чикаго, както и от LHC на ЦЕРН, до Женева. И с двата ускорителя ще бъдат извършени сериозни изследвания за откриване на все още изплъзващата ни се частица на Хигс. Кой ще бъде пръв, зависи от това каква ще се окаже масата ѝ, както и от други, засега неизвестни на нейни свойства. Подробният анализ на съществуващите данни показва, че с голяма вероятност тази частица първо ще бъде наблюдавана във Фермилаб, а с LHC тя ще бъде не само наблюдавана, но ще могат да се направят и редица измервания с висока точност на нейни параметри, включително и на масата ѝ. Ако съществуват суперсиметрични частици, то с LHC също така най-вероятно ще могат да ги регистрират при бъдещите експерименти, които се планират да започнат след 2005 г.

Но тези установки, които създават възможности за разгадаване на структури, каквито по-рано не беше възможно да се наблюдават, имат своите крайни възможности. Те не позволяват да се премине онази граница, отвъд която теориите стават особено интересни и предизвикват силно желание за по-нататъшно придвижване. Както и преди, възможните варианти са: или използване на адрони, например протони, сблъскващи се с антипротони, при които поради по-големите маси може да се достигат по-високи енергии, или използването на лептони, например на e^+ , сблъскващи се с e^- , което има своите преимущества, свързани с точковидността на тези частици и сигналите от техните взаимодействия позволяват по-висока експериментална точност [10]. Разбира се, трябва да се използват и двата подхода. По-амбициозният план би бил да се сблъскат мюони - μ^+ с μ^- , - понеже те са лептони с по-голяма маса, обаче такъв проект среща множество технически препятствия. За постигане на все по-високи енергии е необходимо тези установки да стават все по-големи. В частност, ще бъде много трудно да се заставят електрони с голяма енергия да се движат по кръгови орбити (поради радиационните загуби), и затова възниква тенденция да се проектират линейни ускорители, вместо кръгови. Интересна особеност на тези линейни ускорители е, че в по-далечно бъдеще те ще могат да бъдат удължавани.

Надявам се, че ентузиазмът и усилията по проектирането и строителството на такива установки няма да намалее в бъдеще. За това обаче е необходимо максимално международно сътрудничество. Примамлив е проектът [11] ELOISATRON – установка, в която максималните възможни енергии трябва да бъдат достигнати в невероятно голям кръгов тунел. Това може да доведе до стократно увеличаване на достъпната сега пространствена разделителна способност. Обаче аз се безпокоя, че реално една група от дадена нация ще излиза с инициативата, а след това другите групи и нации ще се канят не толкова в планирането, колкото във финансирането на проекта. За мен е очевидно, че най-добрият вариант за международно сътрудничество е участието на всички партньори, включително в най-ранния стадий. Най-големият успех ще бъде постигнат от онези организации, които максимално се приближат към това, което може да се нарече “световна установка”. CERN твърди, че представлява такъв център, и действително в това си качество той беше съпътстван, и се надявам и в бъдеще да е така, от големи успехи. За съжаление, в неговото име все още е включена буквата

E(uropeen). Тя е толкова безсмислена, колкото и буквата N(ucleaire) – физиката, изучавана в ЦЕРН, отдавна престана да е ядрена и сега тя е субядрена. Няма да предлагам да се сменя сегашното име на ЦЕРН, но мисля, че то трябва да се запази само като напомняне за богатата история на тази институция.

6. Извън пределите на Стандартния модел.

Други, в еднаква степен интересни научни проекти, ще бъдат многонационални по самата си същност: например планираното създаване на снопове неутрино, които трябва да преминат през цялото земно кълбо и да бъдат регистрирани в изходната им точка, където може би ще е възможно да бъдат установени като едва доловими осцилации, дължащи се на малката им маса, което би означавало преход на един вид неутрино в друг. Създаването на световни установки не означава прекратяване на конкуренцията, но конкуренцията ще бъде не между нации, а между отделни сътрудничества, използващи различни експериментални установки и различни подходи за решаване на физичните проблеми.

Най-интересни и важни са такива експерименти, чийто изход не може да се предскаже предварително с увереност. Именно така стоят нещата с експериментите с ЛНС, планирани за близкото бъдеще. Знаем със сигурност, че Стандартният модел в сегашния си вид не може да бъде напълно правилен, *независимо от това*, че взаимодействията остават слаби и на свръхкъси разстояния. Слабостта на взаимодействията на малки разстояния е недостатъчна; необходима е и определена *стабилност*. Нека отново да разгледаме сравнението с планетите по техните орбити. В този пример се изисква в течение на извънредно кратък времеви интервал силите, действащи на планетите, да не оказват съществено влияние върху техните скорости, така че планетите да се движат приблизително праволинейно. В нашите съвременни теории работата стои така, като че ли при малки времеви интервали на планетите действат някакви извънредно големи сили, които обаче по някакви си причини почти напълно взаимно се компенсират. Резултантната сила е толкова малка, че само след дълъг период от време – дни, седмици, месеци – изменението на скоростта на планетите става забележимо. Но в такъв случай става необходимо да се определи *причината* за това, че при малки времеви мащаби силите се компенсират. Съгласно съвременните представи това като че ли става по чиста случайност, която си е една необяснима случайност и понеже други примери за подобни случайности в природата не са известни, поне в такива мащаби, естествено е да предположим, че истинската структура на малки разстояния не е съвсем такава, каквато се описва от Стандартния модел, а съществуват други частици и сили, чиято природа засега е неясна. Тези частици и сили са организирани в структури с нова симетрия и именно тази симетрия е която обяснява съкращаването на силите на малки разстояния.

По общото мнение най-привлекателният сценарий, включващ “суперсиметриите”, е някаква симетрия, свързваща фермионите със спин, равен на цяло число плюс една втора, и бозоните с цял спин [12]. Това е единствената симетрия, с чиято помощ може да се постигне желаният резултат в присъствие на скаларни полета, обезпечавачи механизма на Хигс, в ситуации, когато всички елементарни частици взаимодействат слабо. Но за случай, когато взаимодействието в края на краищата става силно, съществуват и други сценарии. Тогава обектите, играещи ролята на частици на Хигс, могат да не бъдат елементарни, а да са съставни частици, аналогични на т. нар. куперовски сдвоявания на електрони, които осъществяват механизма на Хигс в охладени до свръхниски температури твърди вещества, което води до свръхпроводимост. Това, че подобни явления са добре изучени, във физиката не позволява с лека ръка да се отхвърли такъв сценарий. Но понеже не съществуват

никакви доказателства за съществуването на области на силно взаимодействие в мащабите на тераелектронволтите, голямата част от изследователите не приветстват теория, в които частиците на Хигс представляват свързани състояния.

Едно от затрудненията на суперсиметричния сценарий е свързано с механизма на нарушение на суперсиметрията. Понеже в мащаби на дължините, които се изучават в съвременните експерименти, не са забелязвани никакви суперсиметрии, то тази симетрия е ненарушена. Предполага се, че това нарушаване става “меко”, т.е. неговото влияние е забележимо само на големи разстояния, а симетрията се реализира само при най-малките възможни разстояния. От математическа гледна точка това е възможно, но досега няма правдоподобно физично обяснение на ситуацията. Обяснението може да бъде дадено само от теория, имаща работа с още по-малки разстояния, където в играта участва и гравитационната сила.

До началото на 80-те години най-перспективният модел на гравитационната сила беше суперсиметричната разновидност на гравитацията – супергравитацията [13]. Изглеждаше, че проблемите за безкрайностите, които бяха свършено непреодолими в теорията на обикновената гравитация, могат да бъдат преодолени в теорията на супергравитацията. Странно е обаче, че безкрайностите изглежда се определят от разширената симетрия, а не от подобрената дребномащабна структура на теорията. Нютоновата константа, определена от полето на дилатона, в такива теории все едно е размерна, което води до неконтролируеми силни взаимодействия на малки разстояния. Понеже структурата на теорията на малки разстояния не беше разбрана, то изглеждаше, че от тази теория практически е невъзможно да се направят изводи, които биха могли да хвърлят повече светлина на емпиричните свойства на нашия свят.

След това последва период на още по-рисковани теории за природата на гравитационните сили. Без съмнение най-популярна и потенциално най-мощната от тях е теорията на суперструните [14]. Развитието на тази теория започна с предположението, че частиците представляват (отворени или затворени) парчета струни. Живеещите върху струната фермиони добавят суперсиметрията, която може да бъде причина за приблизителната суперсиметрия, необходима за нашите теории. Сега е известно, че само в пертурбативната формулировка частиците могат да приличат на струни. В непертурбативния формализъм изглежда ще са необходими не само струни, но и обекти с по-висока размерност, например мембрани. Но какво всъщност представлява споменатото пертурбативно развитие? Това не е апроксимация, която може да се използва на най-малки разстояния. Напротив, излиза, че най-малките разстояния са свързани с най-големите чрез съотношения на дуалност. Именно поради това, че суперструните, както се предполага, отговарят за гравитационната сила, те изкривяват пространството и времето до такава степен, че по всяка вероятност става безсмислено да се разглеждат разстояния, *по-малки* от константа на Планк.

Според теорията на суперструните невъзможността за адекватно разглеждане на мащаби, по-малки от планковата дължина е естествен и неизбежен аспект на тази теория и не си заслужава да се вълнуваме по този повод. Когато неспециалисти или понякога колеги от други области на физиката нападат теорията на суперструните, аз заставам в нейна защита. Тази теория е много убедителна и перспективна. Но за приятели имам следната критична бележка. Понеже в теорията на струните широко се използват диференциалните уравнения, ясно е, че се предполага някакво подобие на непрекъснатост. Трябва да се опитаме да уточним формулировката за теории от подобен род на малки разстояния, даже само за това да бъде обосновано използването на диференциалните уравнения и функционалните интеграли.

Направената бележка не трябва да се разглежда като критика на съществуващите теория, тя трябва да се възприема като указание за посоката на усилията при по-

нататъшното ѝ усъвършенстване. Подчертаването на недостатъците на съществуващите построения е най-добрият начин за намиране на нови по-съвършени начини за действие. Само по такъв начин може да се надяваме да достигнем до теории, които биха позволили да се обясни установената структура на Стандартния модел, а и да се направят нови предсказания, за да можем да кажем на нашите приятели-експериментатори къде трябва да се търсят нови частици и полета.

Списък на цитираната литература

1. Grease R. P., Mann C. C., *The Second Creation: Makers of the Revolution in Twentieth-Century Physics* (New York, 1986).
2. Pais A., *Inward Bound: of Matter and Forces in the Physical World* (Oxford, 1986).
3. Wilson K. G., Kogut J., *Phys. Rep.* **12** 75 (1974).
4. Lee B. W., *Chiral Dynamics* (New York, 1972).
5. Gross D. J., *The Rise of the Standard Model: Particle Physics in the 1960s and 1970s* (NY, 1997).
6. 't Hooft G., *Nucl. Phys. B* **35** 167 (1971).
7. Coleman S., *Secret symmetries*, in *Lows of Hadronic matter* (NY, 1975).
8. Higgs P. W., *Phys. Lett.* **12** 132 (1964); *Phys. Rev. Lett.* **13** 508 (1964); *Phys. Rev.* **145** 1156 (1966); Englert F. & Brout R., *Phys. Rev. Lett.* **13** 321 (1964).
9. Accomando E. et al., *Phys. Rep.* **229** 1 (1998).
10. Ellis J. "Possible accelerators at CERN beyond the LII" Preprint CERN-TH/99-350.
11. Zichichi A., *Subnuclear Physics: The First Fifty Years* (Bologna, 1998).
12. Ferrara S., *Supersymmetry*, v. 1 (Amsterdam, 1987).
13. Ferrara S., *Supersymmetry*, v. 2 (Amsterdam, 1987).
14. Polchinski J., *String Theory*, v. 1 (Cambridge, 1998).

Превод: Н. Ахабабян

* Разглежданият тук механизъм на генерация на маси не трябва, строго казано, да се разглежда като спонтанно нарушаване на симетрията, понеже при тези теории вакуумът не нарушава калибровъчната симетрия. "Скрита симетрия" е по-подходящият израз [7]. Ще наречем този механизъм просто "механизъм на Хигс".

КОГА ТЕЧНОСТИТЕ ОСТАВАТ СУХИ

Паскуале дел'Аверсана и Пол Нейтцел *

Някога само научен куриоз, днес несливането предлага любопитни приложения и има перспективи те да се множат.

Ако имате навика да гледате как машината за кафе прави сутрешната ви напитка, вие навярно ще забележите нещо интересно: докато кафето се излива в чашата, често можете да видите някоя капка да пада върху повърхността, оставайки цяла и непокътната за секунди, преди да се слее с останалата течност. Това временно несливане на две части от една и съща течност не е наблюдавано за пръв път в ерата на кафе-машините. През 1879 г. Лорд Рейли¹ изучава как две водни струи отскачат една от друга, а през 1881 г. Осбърн Ренълдс² наблюдава нещо, което нарича плаващи капки (вж. извадка от негов доклад тук накрая). Век по-късно Джърл Уокър³ нарича явлениято “научен куриоз”.

Основавайки се на всекидневния си опит, ние очакваме две маси от една и съща течност да се слеят веднага щом се допрат. Ако две капки първоначално са разделени не от въздух, а от течност, с която те не могат да се смесят, може да мине повече време, преди тази течност постепенно да напусне пространството между капките. В крайна сметка резултатът е сливане. Всъщност усилването на капковото сливане е централен проблем при методите за фазово разделяне.

Ако две капки от различни течности са обкръжени от трета среда, те се привличат или отблъскват в зависимост от стойностите на съответните константи на Хамакер, които са свързани с енергиите на сцепление (кохезия) и на прилепване (адхезия). Две количества от един и същ материал винаги се привличат, независимо от това каква среда ги разделя. В частност, ако две идентични капки бъдат доближени твърде много във въздушна среда, те взаимно се привличат, което може да доведе до сливането им. Е, може би не винаги, както бе загатнато по-горе при нашето наблюдение с кафе-машината.

Течните капки могат да бъдат превърнати в нещо като еластични твърди тела. При определени условия, които ще опишем по-долу, две капки от една и съща течност могат да бъдат притискани една към друга във въздух и да останат в това положение произволно дълго, без да се слеят, както два деформирани от налягането балона. Това изненадващо поведение на течностите е обяснено едва наскоро и възможностите за неговото приложение все още се изследват. (Трудността, с която човек се сблъсква, когато се опитва да слее две капки живак, не се дължи на описания тук ефект. В този случай изключително високото повърхностно напрежение на живака го прави силно чувствителен към замърсявания на повърхността му.)

Доказване на несливането

Един начин за наблюдаване на устойчиво несливане е да се нагреят две капки силиконово масло с нисък вискозитет до различна температура. Нагряването се постига посредством прикрепване на всяка капка към края на цилиндрична пръчка, чиято температура може да бъде променяна. Силиконовите масла често се използват за експерименти с течения със свободни повърхности, защото техните свободни повърхности са устойчиви на замърсяване.

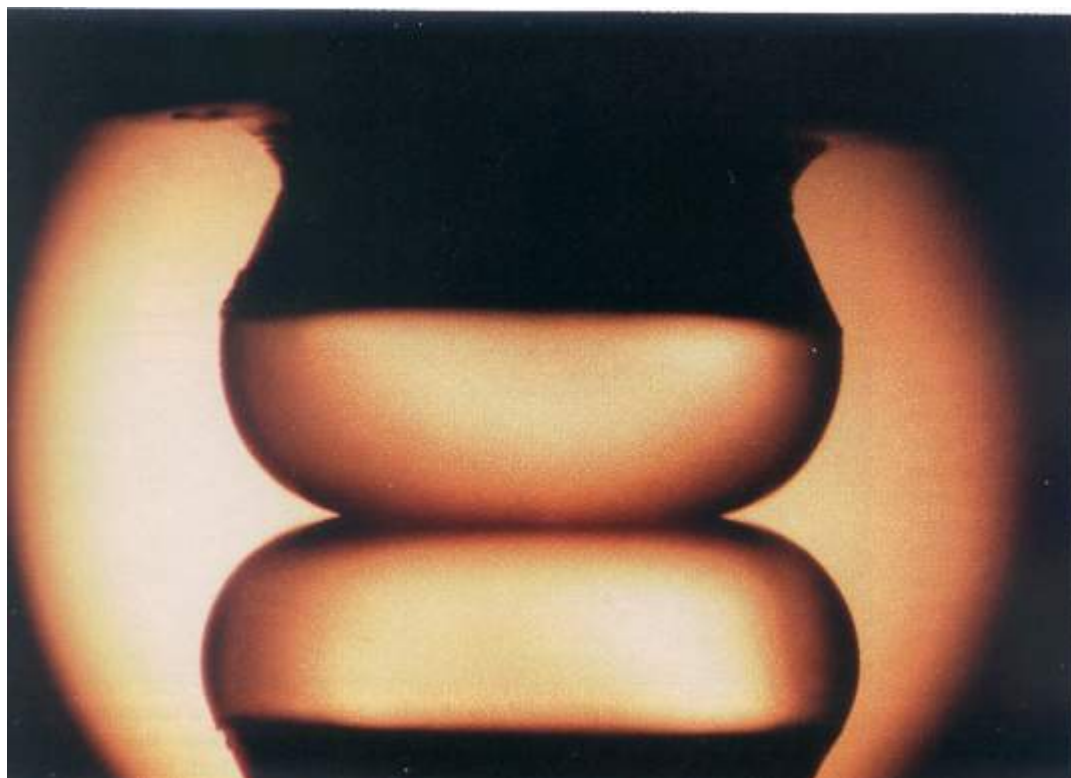
Всъщност този случай на несливане бе наблюдаван за пръв път при изучаването на термокапилярна конвекция при течни мостове (непрекъсната нишка течност, образувана между две твърди пръчки.) Термокапилярната конвекция е движение на

обем течност, предизвикано от термично породени изменения в повърхностното напрежение на течността. При повечето течности повърхностното напрежение спада с повишаване на температурата. Следователно градиент на повърхностната температура ще породи движение на повърхността в обратна посока, съпроводено от съответна обемна конвекция под влияние на вискозитета. Явлението се нарича и топлинна конвекция на Марангони, на името живелия през 19-ти век физик от Флоренция, въпреки че е описано коректно за пръв път от Джеймс Томсън, по-големият брат на Лорд Келвин.⁴

Век по-късно, през 1985 г., по време на експеримент в условията на микрогравитация на космическата совадка, течен мост бил прекъснат случайно.⁵ Бил направен опит за възстановяване на моста чрез притискане на получените се две капки течност една към друга, но за изненада на експериментиращите - Луиджи Наполитано, Родолфо Монти и Дженао Русо (Институт по аеродинамика към университета на Неапол) - двете течни тела не се слели отново, докато температурната разлика между тях надхвърляла определена граница. Това странно поведение било определено като ефект от термокапилярната конвекция, но не било обяснено по-задълбочено.

Никой не изследвал несливането през следващите няколко години, докато то не било случайно възпроизведено при подобни условия в *Microgravity Advanced Research and Support (MARS) Center* в Неапол. Експерименталните условия, необходими за възпроизвеждане на явлението са толкова прости, че е чудно как то не е било обяснено по-рано, но случаят е точно такъв. Този път, обаче, в добре оборудваната лаборатория на MARS, явлението можеше да бъде изследвано по-обстойно.

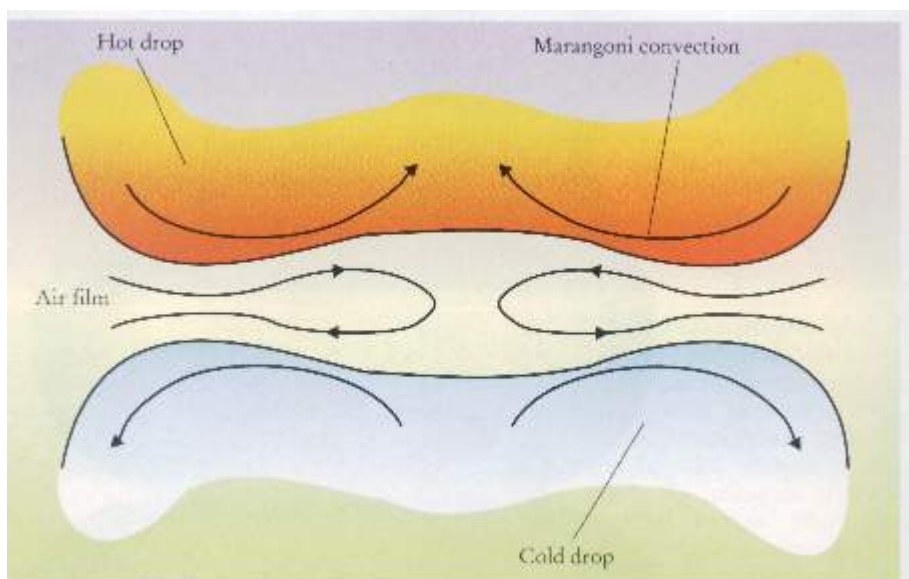
Например Паскуале дел'Аверсана, Джаянт Банавар (*Pennsylvania State University*) и Джоуел Коплик (*City University of New York*) установиха, че за дадена деформация на капките извън точката на първоначален видим контакт съществува добре изразена минимална температурна разлика (няколко келвина за нисковискозни масла) между твърдите пръчици, която води до състояние на постоянно несливане.⁶ Снимка на тази конфигурация е показана на фиг. 1. Опитът това явление да бъде обяснено чрез въвеждане на някакъв нов вид сили на отблъскване е съблазнителен, но обяснението е много по-просто и не изисква въвеждането на нова физика.



Фиг. 1.
Две
неслива
щи се
капки от
силикон
ово
масло.
Нагрыва
щите
медни
пръчки
са с
диаметър
3 mm и
между
тях е
приложена
темпера
турната

разлика 47 K.

Обърнете внимание на рисунката на фиг. 2., която представлява увеличено схематично представяне на областта на видим контакт между капките с предполагаем промеждутък между течностите. Долната по-студена капка поражда локална студена област в средата на горната по-топла капка и обратно. Следователно температурният градиент на повърхността е насочен от центъра на горната към центъра на долната капка. Същевременно градиентът на повърхностното напрежение е насочен от центъра на долната капка към центъра на горната. Полученото движение на повърхността води не само до течения вътре в самите капки, но и до такива в обкръжаващия ги газ. Газът покрай по-топлата капка бива изтласкван към разширението в промеждутъка между капките и навън от него покрай по-студената. Този тънък слой от движещ се газ може да издържи достатъчно налягане и да удържи двете капки разделени.

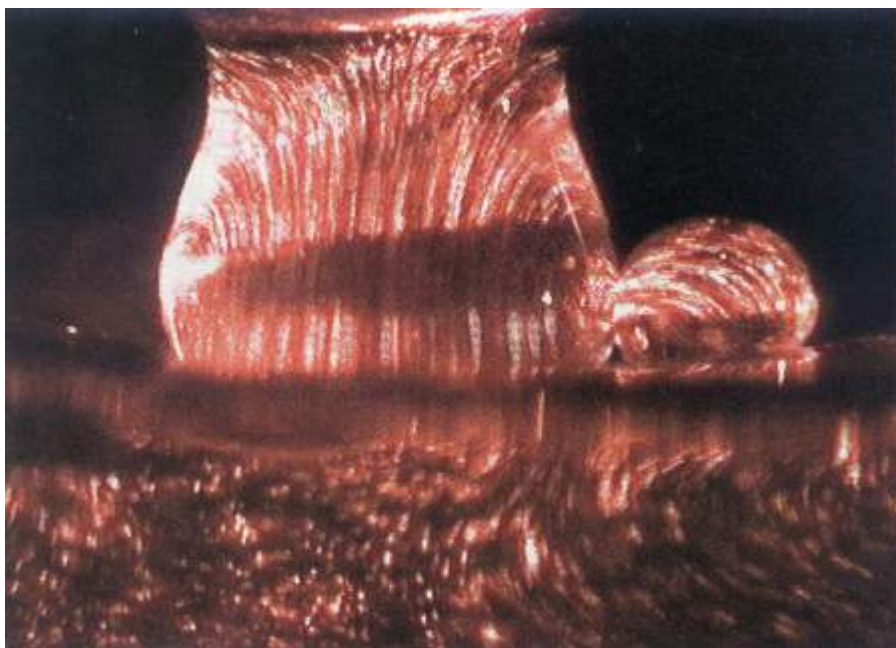


Фиг. 2. Схематично представяне на мажещия тънък слой, разделящ две не-сливащи се капки течност. Допуска се, че горната капка е по-топлата и че повърхностното напрежение намалява с температурата. На схемата не са спазени мащабите – разстоянието

между течните повърхности е силно преувеличено.

Така термокапилярната конвекция поражда смазващ тънък слой газ между капките, който поддържа тяхното разделяне. Натоварването, което може да издържи този филм, очевидно е функция, заедно с други неща, на температурната разлика между капките, тъй като тя е правопропорционална на енергичността на движението на повърхността. Когато капките се притискат по-силно една към друга при определена температурна разлика, конвекцията (наблюдавана с методи за визуализиране на течения) се усилва в резултат на увеличаване на стръмността на температурния градиент. От своя страна това дава възможност налягането в слоя газ да нараства, за да компенсира повишеното натоварване.

Експериментите за визуализиране на теченията осъществявахме чрез пускане в силиконовото масло на малки кухи стъклени топчета, които бяха осветявани с плосък сноп („лист“) лазерна светлина в симетрична спрямо капките равнина (фиг. 3.). Почти неутрално плаващите леки стъклени топчета са достатъчно малки, за да следват течението, поради което играят ролята на трасиращи частици. Свободните повърхности на капките придобиват форми, схематично представените на фиг. 2. - вдлъбнати в центъра, където налягането на газа е най-голямо, и доближени една до друга по периферията. Това оформление е потвърдено с помощта на интерферометрия.

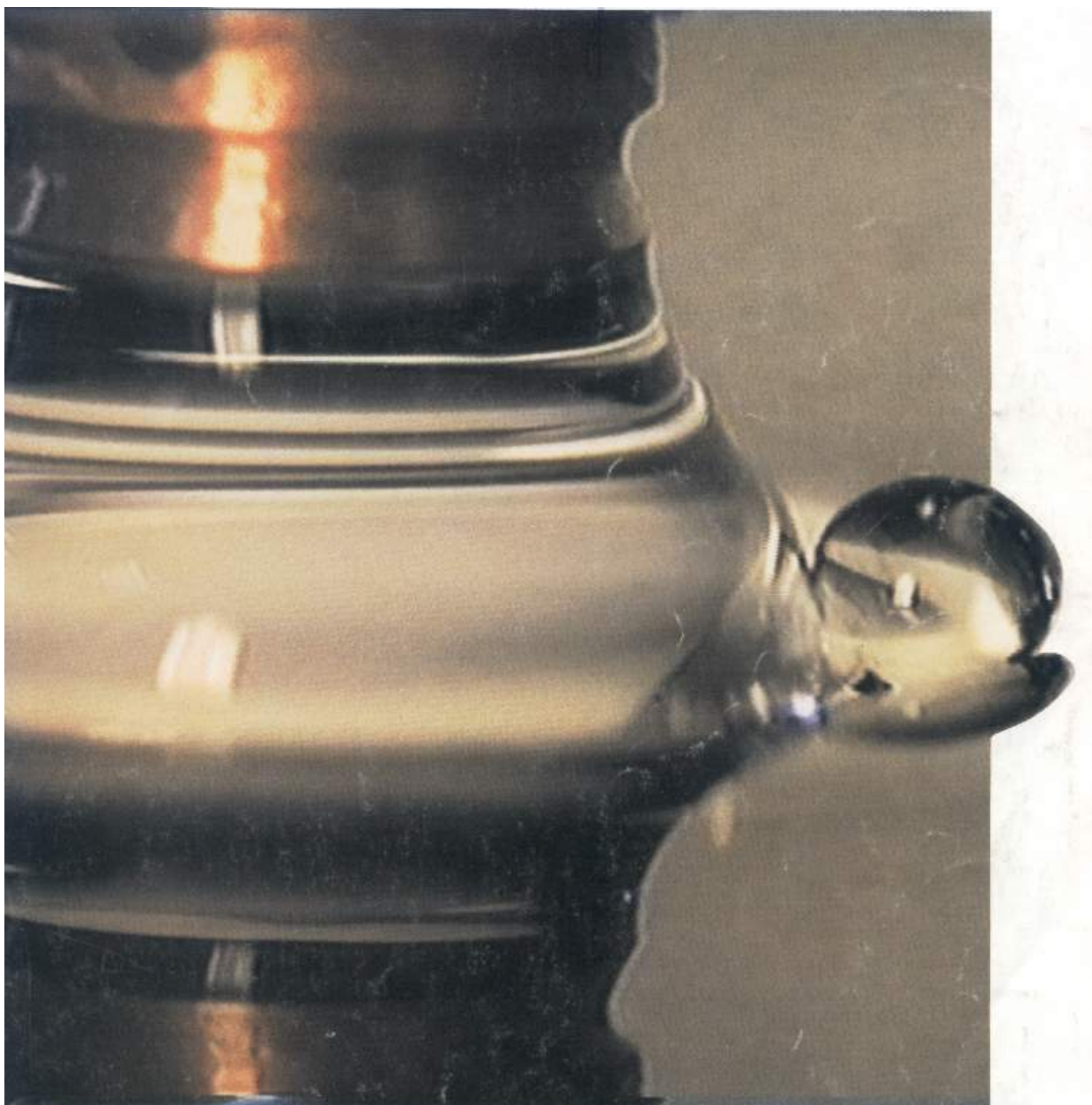


Фиг. 3. Прикрепена към нагряваща пръчка несливаща се капка, която навлиза в първоначално статична, по-студена (с около 30 K) водна баня. По-малката капка “сателит” се формира след установяване на капката “майка”. Теченията в двете капки и във водната баня са трасирани чрез кухи стъклени топчета, осветени с плосък сноп лазерна светлина. Подобен случай е илюстриран

на фиг. 4.

Лесно е да се обяснят както интензифицирането на конвекцията, така и повишаването на налягането в тънкия слой газ, докато капките се притиснат една към друга. Интензифицирането на конвекцията се дължи на повишаване на температурния градиент на повърхността, причинен от повишената близост и деформиране на двете противоположни течни повърхности. Може би това е следствие от аналогичното нарастване на интегрираното налягане, тъй като тази сила неутрализира увеличения външен натиск върху системата.

Ако двете капки се притиснат още повече една към друга, в крайна сметка ще се случи едно от следните две неща: или контактният слой, който придържа капката (обикновено долната - по-студената) към медната пръчка, ще се разруши и течността ще се разлее по повърхността ѝ, или слоят газ вече няма да може да удържа натиска и двете маси течност ще се слеят. Наблюдавахме втората ситуация чрез двумерно чувствителен уред, който инсталирахме в Технологичния институт на Джорджия, за да изследваме несливане между две нишки течност, нагreti до различна температура: постоянно се получаваше сливане, когато беше използвано силиконово масло с кинематичен вискозитет от 5 cSt (сантистокса) ($1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$). Интересно е да се отбележи, че когато бяха използвани масла с вискозитет 2 cSt и 10 cSt беше наблюдавано разрушаване на контактния слой.



Други доказателства

За да се покаже по друг начин, че относителното движение на свободна повърхност може да предотврати сливане, бе разработен нов експеримент.⁶ Капка силиконово масло бе поставена в контакт с въртяща се баня от същата течност при една и съща околна температура. Резултатът от този експеримент потвърди хипотезата: несливане се получава при условие, че капката докосва повърхността на течността достатъчно далеч от центъра на въртене. Въздухът се изтласква от въртящата се баня в пространството между нея и капката – много подобно на ставащото в класическите плъзгащи се лагери. Следователно температурните градиенти не са абсолютно необходими за постигане на стабилно несливане, за което по-скоро е необходимо постигане на определен праг на скоростта, а не на дадена температурна разлика.

Освен чрез термокапилярна конвекция, предотвратяване на сливането между две капки може да се постигне и между топла капка и студена, първоначално спокойна, баня течност, в която капката прониква. Първоначално равната свободна повърхност на банята се деформира под тежестта на капката. В зависимост от приложената

температурна разлика, капката може почти изцяло да се потопи в течността. На фиг. 4 е показано такова проникване на голяма капка течност. Обърнете внимание на малката капка "спътник", която докосва едновременно банята и капката "майка", която се нагрива чрез медна пръчка. Тази конфигурация е стабилна и трайна и е наблюдавана в продължение на няколко часа в лабораторията.

Експериментите по визуализиране на течения като че ли разкриха еднопосочно въртене на течността в капката "спътник", т.е. течение надолу покрай капката "майка" и навън, отдалечавайки се от нея по долната част на "спътника". Тази схема на процеса показва, че течението в "спътника" е генерирано от вискозното напрежение, породено от тънкия слой въздух между него, основната капка и банята по начин, много подобен на онзи, при който се получава принудена конвекция в капка над въртяща се баня течност.

Добавянето на втора капка "спътник" близо до първата води до временно несливане. Вторият спътник в крайна сметка ще се слее с първия или с банята течност, защото няма температурна разлика между спътниците или друг механизъм, който да породи смазващ тънък слой.

Накрая, при конфигурацията от капка "майка" и един спътник е възможно капката "майка" да бъде отстранена чрез нагрятата медна пръчка и капката "спътник" да остане да плава сама върху повърхността под "майка" или само под нагревателя. Когато това стане, плаващата капка се нагрива дистанционно отгоре, което създава термокапилярен повърхностен поток, необходим за поддържане на несливането.

Подтискане на мокренето

След като имаме обяснение на несливането чрез газово смазване, не е трудно да схванем, че подобен ефект може да бъде използван и за промяна на взаимодействието между капка течност и твърда повърхност. И наистина, доказано е,⁷ че една капка топло силиконово масло може да бъде натисната към по-студена стъклена повърхност (която при други условия се мокри от маслото), без капката да докосва стъклото. Тя може да бъде деформирана, като бъде притисната към повърхност, а след това да бъде отстранена без да залепва.

За да бъдем съвсем точни, стъклото не остава напълно сухо: върху повърхността му се образува тънък слой масло, което се дължи на изпарение от топлата капка и следващата кондензация върху по-студената твърда повърхност. Въпреки това, интерферометричните измервания ясно показват, че капката остава на известно разстояние от стъклото, докато температурните градиенти могат да поддържат достатъчна термокапилярна конвекция, която да удържа приложното натоварване. Тази ситуация е коренно различна от онази, при която капка студена вода "танцува" по повърхността на нагорещен тиган при температура над точката на Лайденфрост. В този случай повдигането се осигурява от тънкия слой, който се поражда от кипенето на най-близката до тигана част от свободната повърхност на течността.

Още технически подробности

Насочихме се към описаните по-горе системи течност-течност и течност-твърдо тяло като самосмазващи се системи, за да покажем, че мажещият тънък слой газ се получава под действието на самоиндуцирано относително тангенциално движение, а не от външна сила. Ето защо тези системи силно се различават от онези в класическата теория на мазането.

Например проблемът с класическия плъзгащ се лагер, споменат по-горе, е свързан с движението на главата, която плава над твърдия диск в компютъра. В този случай мажещият тънък слой се вкарва от принуденото движение както на диска, така и

на самата глава. При самосмазващите се системи не е необходимо механически създадено движение. Друга разлика между плъзгащите се лагери и самосмазващите се системи е, че бързината на движение на самата течна повърхност варира в областта на мазане, като се настройва спрямо локалните температури и повърхностни напрежения.

Както бе споменато по-горе, интерпретацията на явлението чрез мазане е защитена с помощта на интерферометрични анализи, които разкриха наличието на промеждутъчен тънък слой както между несливащи се капки, така и между капка и твърда повърхност, която не се мокри от течността. Обикновено дебелината на подобен тънък слой е от порядъка на един микрометър, а в рамките на отделния слой тя може да варира от части от микрометъра за най-тесните места, до повече от 10 микрометра при разширението около средната част.

Остава да се определи граница за радиалните размери на тънкия слой газ между не-сливащи се тела. В лаборатория на Земята не е трудно да се получават капки с размери около и над 1 cm и да се пускат върху повърхността на баня от същата течност. Но в една орбитална лаборатория, в условията на микрогравитация, при изследване на несливане са наблюдавани 10-сантиметрови капки.

При неотдавнашни експерименти в Центъра MARS капковата установка бе затворена във вакуумирана камера. Беше определено минималното налягане, при което може да се поддържа несливане, като две капки бяха притискани при понижаване околното налягане. Този минимум на налягането нараства със силата на притискане, което е в съответствие с интуитивното очакване, че колкото по-силно се притискани капките една към друга, толкова повече газ е необходим за поддържане на тънкия слой под високо налягане, който предотвратява сливането. Във вакуум смазващ тънък слой не може да съществува.

От гледна точка на потенциалните приложения хидродинамичната стабилност на състоянията на несливане или на немокрене е толкова важна, колкото и тяхната трайност. В някои случаи наблюдаваните течения са стабилни, т.е. не зависят от времето. В други случаи те са краткотрайни.

Например в случая на голяма топла капка, която попада в по-студена баня, в потока могат да се наблюдават пулсации, докато големината на капката (или температурната разлика) се увеличи. Тези пулсации могат да се установят по промени в отразената светлина (дължащи се на леките смущения на свободната повърхност), по движението на трасиращите частици или по възникването на времева зависимост при използваната за определяне дебелината на тънкия филм интерференчна картина. Въпреки че все още не са анализирани, тези пулсации напомнят възникващите в течни мостове от неустойчивост на термокапилярната конвекция. Локалните промени в дебелините на тънките слоеве могат да бъдат важни за сливането, тъй като появата на някаква нестабилност определено е нежелателна, когато е необходима спокойна околна среда.

Потенциални приложения

Самосмазващите се системи заслужават изучаване сами по себе си, но едно цялостно изследване на явлението може да доведе и до технологични приложения. Чрез управляване на допълнителни параметри, като обкръжаващото газа налягане и приложената температурна разлика, можем да предотвратим сливането, когато то иначе би се получило, и дори да се регулира дебелината на разделящия две течни повърхности тънък слой.

Едно възможно приложение е да се използват несливащи се капки, нишки течност или други течни повърхности като повърхности за лагериране на много малки тежести, например в условията на микрогравитация. Такива лагери биха били идеално

гладки, самоцентриращи се и практически без триене. Очевидно би било желателно да се избегнат режими, при които теченията вътре в лагерните капки да станат нестабилни, за да се избегнат възбудени от такъв лагер микротрептения, излизане от строя на самия лагер или и двете.

Системите с несливане могат да бъдат използвани и за измерване на тежести. Експерименти в Центъра MARS показват, че капка силиконово масло с вискозитет 5 cSt, закрепена върху медна пръчка с диаметър 3 mm, загрята до температура с 50 K по-висока от тази на банята, еднаква със стайната, може да издържа тежести по-големи от 100 μ N. (По-голяма тежест довежда до сливане на капката с банята.) Беше установено, че загрети капки, притискани към студени повърхности, биха могли да издържат подобни натоварвания. Следователно колкото по-малка е температурната разлика, толкова по-нисък е прагът на натоварване. Други възможни бъдещи приложения могат да са свързани с разработване на явленията за измерване силите на привличане между течни повърхности.

Вече споменахме ролята на стимулираното сливане за усилване на процесите на разделяне. Но изучаването на сливането и неговото предотвратяване при капки, много по-малки от разглежданите тук, може да намери сериозно отражение в области като капково-горивното изгаряне и стабилността на емулсии.

Сегашното ни разбиране за поведението и приложенията на системи с несливане само се докосва до темата, работата по която доставя огромно удоволствие и която непрекъснато генерира нови и любопитни изненади.

За плаването на капки по водна повърхност в зависимост единствено от чистотата на повърхността

Част от доклад, изнесен от Осбърн Ренълдс пред Литературното и философско дружество на Манчестър на 4.10.1881.

Бидейки сериозно ангажиран с експериментално изследване на явленията повърхностно напрежение на водата и на ефекта от образуването на замърсявания от масло или други вещества, разбрах, че относително рядкото появяване на плаващи капки може да бъде обяснено, ако се покаже, че те се нуждаят от чиста повърхност, без каквото и да било замърсяване по нея, защото водната повърхност доста рядко е без замърсители, което се дължи на високото повърхностно напрежение на чистата вода. Повърхността на застоялата вода практически никога не е свободна, освен когато е почистена от вятъра. Но почти всяко смущение във водата, като например разбъркването ѝ с върха на пръчка или пляскане по повърхността ѝ води до отстраняване на замърсителите на известно разстояние. Това може да се покаже чрез разпръскване на малко серен прах по повърхността. Този прах не се разтваря и не образува мръсна пяна и следователно може прекрасно да послужи за визуализиране движението на повърхността и на евентуалните замърсители по нея. Ако така напращената повърхност се удари с пръчка, така че няколко капки да попаднат върху сярното покритие, при първото удряне не се появяват никакви плаващи капки. Но след два или три удара в бърза последователност може да се види, че покритата със серен прах пяна е изтласкана от падащата вода, като остава петно чиста повърхност, и по него плават много капки с всякакви размери. Тези капки се наблюдават само в рамките на чистата повърхност. Капките се плъзгат енергично по повърхността под действието или на първоначалното си ускорение, или на въздушно течение. Но когато достигнат границата на тази част от повърхността, те постепенно изчезват. През това лято направих този опит в няколко езера в различни дни и не установих никаква разлика.

Всяко замърсяване, колкото и да е прозрачно, пречатства появата на капки и те винаги плават многобройни, когато пяната е изтласкана от вятъра или по някакъв друг начин.

Този резултат води до заключението, че каквато и да е причината за тази суспензия, тя зависи само от чистотата на водната повърхност и съвсем не от температурата или от състоянието на въздуха.

Литература

1. J. W. Strutt, Baron Rayleigh, *Philos. Mag.* **36**, 321 (1899).
2. O. Reynolds, *Chem. News* **44**, 211 (1881).
3. J. Walker, *Sci. Am.* June 1978, p. 151.
4. L. E. Scriven, C. V. Sternling, *Natur* **187**, 186 (1960).
5. L. Napolitano, R. Monti, G. Russo, *Naturwissenschaften* **73**, 352 (1986).
6. P. Dell'Aversana, J. R. Banavar, J. Koplik, *Phys. Fluids* **8**, 352 (1986).
7. P. Dell'Aversana, V. Tontodonato, L. Carotenuto, *Phys. Fluids* **9**, 2475 (1997).

Превод: Радослава Петрова, 9-ти клас, НМГ; Редактор: И. Русев

(Pasquale Dell'Aversana and G. Paul Neizel, When Liquids Stay Dry, *Physics Today*, Jan. 1998)

* П. дел Аверсана е изследовател в *Microgravity Advanced Research and Support Center* в Неапол, а П. Нейтцел е професор в *George W. Woodruff School of Mechanical Engineering* на *Georgia Institute of Technology* в Атланта, Джорджия.

КОСМОЛОГИЯТА НА ХЪБЪЛ

Норис С. Хетерингтън



Космологичните изследвания на Едуин Хъбъл установиха съществуването на други галактики и на разширяването на Вселената. Инструментите, наблюденията и теориите от времето на Хъбъл бяха достъпни и на други, но именно Хъбъл извърши блестящия синтез, демонстриран убедително от него. Разглеждането на начина, по който Хъбъл достига до своята космология, би разсеяло до известна степен тайнствеността на неговите успехи и ще съдейства за по-пълно разбиране на постиженията му. Анализът не трябва да разруши красотата на неговата работа. А по-внимателното изучаване разкрива такива страни на космологията на Хъбъл, които я правят едно от великите постижения на човешкия интелект.

Образованието на Хъбъл включва три години следване на право като Роудсов стипендиант в Оксфорд – опит, който по-късно ще му е полезен, когато защитава своите идеи пред ръководителите си. Много от бъдещата му работа върху космологичните проблеми може да се види в зародиш още в докторската му дисертация по астрономия, основана върху изследвания на мъглявини в седем полета, фотографирани с 24-инчовия телескоп рефлектор в Йеркс между 1914 и 1916 г. (Бел. ред. Дисертацията на Хъбъл е със заглавие “Фотографски изследвания на слаби мъглявини”. По това време вече са били открити десетки хиляди мъглявини, но природата им оставала неизвестна. Терминът “мъглявина” се е използвал за всичко, което имало незвезден, т.е. размит, вид върху фотографските плаки – и за истинските мъглявини в нашия Млечен път, и за далечните галактики. В едно от наблюдаваните полета “мъглявините” явно се групирани в куп – в това поле на участък с размер колкото пълната Луна имало 75 от всичките 186 “мъглявини”. Хъбъл пише по този повод така: “Ако предположим, че те се намират зад границата на звездите, то ние вероятно виждаме куп от галактики. А ако сметнем, че те са вътре в нашата звездна система, тогава природата им ще е доста тайнствена”. Навсякъде в текста, където Хетерингтън използва термина “мъглявини”, “спирални мъглявини” и пр., всъщност се има предвид общоприетият сега термин “галактики”). Към 76-те известни в тези полета мъглявини Хъбъл прибавя още 512. Бързо нарастващият брой наблюдавани мъглявини и установените до този момент 150 хиляди обекта от този род, достъпни за наблюдения със съществуващите тогава инструменти, е изисквал най-малкото схема за класификация. Както Хъбъл отбелязва: “Знае се крайно малко за природата на мъглявините ... не е дадена дори точна дефиниция”.

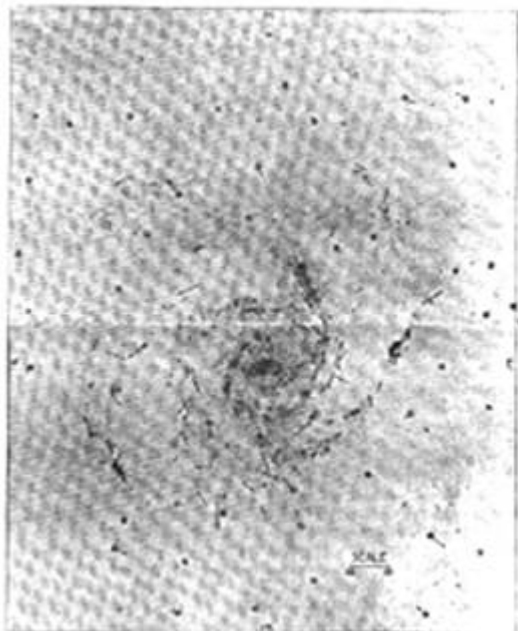
Вековните размишления за възможността да съществуват “островни Вселени” (термин на Кант – Бел. ред.), подобни на нашата галактика, достигат своя критичен праг в началото на XX век с акцент спиралните мъглявини в полза на възгледа, че спиралните мъглявини са други галактики, е било тяхното сходство с хипотетичната спирална структура на Млечния път. Откритието на Весто Слайфър от обсерваторията Лоуел през 1912 г., че спиралните мъглявини имат извънредно високи лъчеви скорости (това са компонентите на скоростта по зрителния лъч) дава нов живот на теорията, че тези обекти са отдалечени звездни системи, въпреки последвалото откриване на няколко звезди в нашата Галактика, чиито лъчеви скорости също били високи и това откритие до известна степен отслабва аргументацията на Слайфър.

ТЕОРИИТЕ НА ЕДУИН ХЪБЪЛ ЗА РАЗШИРЯВАЩАТА СЕ ВСЕЛЕНА И ЗА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА ГАЛАКТИКИТЕ ДЪЛЖАТ МНОГО НА НЕГОВАТА ГОТОВНОСТ ДА ПОЗВОЛИ НА ФИЛОСОФСКИТЕ МУ ПРИНЦИПИ ДА ВЗЕМАТ ВРЪХ НАД НАБЛЮДЕНИЯТА.

Аргумент против извънгактичната природа била липсата на наблюдаеми спирални мъглявини на ниски галактични ширини, което сякаш физически свързва тези мъглявини с нашата звездна система, въпреки че наблюдаваното разпределение би могло да се припише на хипотетичната тогава поглъщаща материя в равнината на Млечния път. Наблюденията на нови звезди в спиралните мъглявини, изглеждащи достатъчно ярки, също е говорело в полза на идеята за близки разстояния до спиралните мъглявини, макар че след 1917 г. са открити нови звезди с много по-слаб видим блясък, което премахва конфликта с теорията за островните Вселени. Обаче най-непреодолимият аргумент срещу интерпретирането на спиралните мъглявини като други галактики е било обявеното от Адриаан ван Маанен измерване в обсерваторията Маунт Уилсън на вътрешни движения в спиралната мъглявина Месие 101 или M101 (фиг. 1), чийто смисъл бил убедително доказан от Харлоу Шепли през 1919 г. Ако спиралните мъглявини са извънгактични системи, сравними по размери с нашата Галактика (оценките на размера на Млечния път, направени от Шепли, са били силно занижени) и се въртят с период 85 000 години (както е докладвал ван Маанен), външните им части биха се движили със скорост по-голяма от тази на светлината. През 1917 г. Хъбъл все още няма решаващо доказателство за природата на спиралните мъглявини, макар да смята че "големите спирали с техните огромни лъчеви скорости и незабележими собствени движения очевидно са извън нашата звездна система".

След като отбил военната си служба през Първата световна война, Хъбъл отива в обсерваторията Маунт Уилсън (фиг. 2). Тук фотографии, получени с новия 100-инчов телескоп, показват присъствието на променливи звезди в неправилната мъглявина NGC 6822 и в няколко спирални мъглявини. Променливите звезди от типа на цефеидите са ключ към измерване на разстоянията, решавайки спора дали мъглявините са извън нашата галактика или не. Определяйки периодите на цефеидите в Малкия Магеланов облак, Хенриета Ливит от Харвард пише: "струва си да се отбележи, че ... по-ярките променливи звезди имат по-дълги периоди". Тъй като звездите в тази далечна мъглявина са разположени приблизително на едно и също разстояние от Земята, съществува обща скала, чрез която да се превърнат измерените видими звездни величини (които са функция на собствената яркост на звездите и на разстоянието до тях), в абсолютни звездни величини (които са функция само на собствената яркост, измерена от разстояние 10 парсека или около 32,6 светлинни години). Тази скала, наречена "зависимост период-светимост", бива скоро калибрирана, отначало от Шепли по няколко близки цефеиди в нашата Галактика, чиито разстояния са определени тригонометрично. (Бел. ред. *Тук авторът нещо греши. Дори сега няма цефеиди с добре определени тригонометрични паралакси. Едва за няколко цефеиди е получен паралакс с ниско качество – на границата на чувствителността – от наблюденията със спътника Hipparcos през 1997 г.*) В това колкото блестящо, толкова и смело за времето

си изчисление, Шепли използва новата и още непотвърдена зависимост, за да измери разстоянията до кълбовидните звездни купове и да очертае контурите на нашата Галактика.



Фиг. 1. Пионерската работа на Едуин Хъбъл в космологията започна с изследване, което показва съществуването на други галактики извън нашия Млечен път. В продължение на години единственият факт, противоречащ на неговите резултати, беше измерването на неговия колега от обсерваторията Маунт

Уилсън Адриаан ван Маанен на вътрешни движения в спиралната мъглявина Месие 101. Стрелките на тази фотография на М101 показват посоката и амплитудата на средните годишни собствени движения, които ван Маанен твърди, че е измерил чрез сравняване на плаки, получени през интервал от няколко години. Изследваните звезди са заградени с кръгчета. Ако тези движения бяха реални, М101 следва да е малка мъглявина вътре в нашата Галактика. Защото в обратния случай, ако М101 е голяма и отдалечена "островна Вселена", звездите, измерени от ван Маанен, биха се движили със скорости, по-големи от тази на светлината. Поради предубедеността си ван Маанен намира точно това, което е и очаквал – в действителност неговите измервания са погрешни.

В писмо до Шепли през 1923 г. Хъбъл го осведомява, че е намерил променливи звезди в NGC 6822 и възнамерява да ловува за повече и да изследва техните периоди и криви на блясъка. Шепли ще пише по-късно: "какъв мощен инструмент е 100-инчовият телескоп, проникващ в онези безнадеждно слаби мъглявини". Но успехът на Хъбъл не следва автоматично от достъпа до 100-инчовия телескоп. Шепли, който през 1921 г. се е преместил от обсерваторията Маунт Уилсън в Харвардската обсерватория, сам би могъл да разшири своите изследвания и върху спиралните мъглявини, но не го прави. Наистина, тук има една странна история – недокументирана, но не невъзможна – че около 1920 г. Милтън Хюмасън в обсерваторията Маунт Уилсън изследва някои плаки на мъглявината Андромеда и съобщава на Шепли за присъствието на цефеиди на тези плаки. В отговор получава неговото обяснение, че не може да става дума за цефеиди – Шепли просто приема мнението на астронома Джордж Ричи от обсерваторията Маунт Уилсън, че въпросните изображения на тези плаки не са звездни. (Бел.ред. *Ричи е известен като основния конструктор на 100-инчовия телескоп и автор на най-модерната и в наши дни телескопична система Ричи-Кретиен, но иначе бил с много труден характер.*)

Астрономите от обсерваторията в Лик също биха могли да потърсят цефеиди в спиралните мъглявини, използвайки трудния за работа рефлексор на Кросли. За разлика от Шепли, те вярват в теорията за островните Вселени, но е много вероятно да са сгрешили в оценката на значението на цефеидите като индикатори за разстояния или може би са нямали доверие в зависимостта "период-светимост". Именно Хъбъл е този, който – вдъхновен от теорията за островните вселени – далновидно съсредоточава вниманието си върху проблема, търси променливи звезди в спиралните мъглявини, намира ги и ги използва за задълбочаване на нашите познания за Вселената.

Островните вселени.

Използвайки зависимостта "период-светимост" при цефеидите за определяне на абсолютната звездна величина от наблюдавания период и видимата звездна величина, Хъбъл получава разстоянията до спиралните мъглявини, които се оказват далеч извън границата на нашата Галактика. В началото на 1924 г. той пише на Шепли: "Вероятно ще Ви е интересно да узнаете; че намерих цефеида в мъглявината Андромеда М31 (фиг. 3). Аз следих мъглявината този сезон толкова внимателно, колкото позволяваше времето и през последните пет месеца улових 9 нови и две променливи ... Разстоянието се получава малко над 300 000 парсека ... Имам чувството, че ще се намерят повече променливи чрез внимателно изследване на плаки с дълги експозиции. Общо взето следващият сезон би трябвало да бъде щастлив и ще го посрещнем с дължимата форма и церемония".

Хъбъл първо отбелязва в своя наблюдателен бележник присъствието на нова звезда (фиг. 4). А откриването в М31 на първата категорично призната извънгактична

цефеида може да изглежда и като щастливо стечение на обстоятелствата, но Хъбъл е търсил както нови, така и цефеиди. През 1922 г. Джон Дънкан в обсерваторията Маунт Уилсън открил променливи звезди в района на спиралната мъглявина М33, макар че не успял да определи природата им. А през 1923 г., още преди изследването на М31, Хъбъл вече е заподозрял наличието на цефеиди и в NGC 6822, а окончателното им доказване идва след още наблюдения през 1924 г.

Когато писмото на Хъбъл пристига, Шепли отбелязва: "това е писмо, което разруши моята Вселена". Шепли отговаря на Хъбъл: "разказът за купчината нови и две променливи звезди в посока към мъглявината Андромеда е най-интересното нещо в литературата, което съм виждал от дълго време насам". Шепли пише за убедеността си, че с големия брой плаки Хъбъл със сигурност е доказал факта, че наблюдаваните звезди са истински променливи.

Към август 1924 г. Хъбъл има още наблюдения на променливи звезди и започва да теоретизира за значението на своите данни. Шепли също признава, че сега всички следи водят към хипотезата за островните вселени. Той пише на Хъбъл: "Вашето много вълнуващо писмо се получи тук ... Каква огромна сполука имате ... Не знам дали да съжалявам или да се радвам, когато виждам този прелом в проблема за природата на мъглявините. Може би и двете. Съжалявам поради значението на измерените ъглови скорости на въртене и се радвам, че сега разполагаме с нещо окончателно определено и интересно".



Фиг. 2. Цялата работна кариера на Хъбъл преминава в обсерваторията Маунт Уилсън. На тази снимка е заснето как той прави фотографии със 100-инчовия телескоп през 1924 г. по времето, когато открива извънгактичната природа на спиралните мъглявини.

Погледнати от висотата на нашата епоха, резултатите на Хъбъл изглеждат сякаш неизбежни. Но никой от неговите съвременници не беше осъществил подобно виждане. Изискват се значителен кураж, дори липса на нормално научно благоразумие. Погледът назад оправдава стремежа му като цяло, но в същото време разкрива, че някои от допусканията на Хъбъл са били впоследствие уточнени. Хъбъл например смята, че звездите в мъглявината М87 в действителност са кълбовидни купове. И че сравнението на цефеидите от спиралните мъглявини с тези от нашата Галактика не е валидно. Все пак работните допускания на Хъбъл са били необходими за провеждането на неговите планове за научни изследвания. Оправданието лежи не в някакво съгласие с непрекъснато напредващото фактическо знание, а в самата необходимост от допускания, когато се екстраполира от известното до възможното.

Откриването на цефеиди в спиралните мъглявини и определянето на разстояния до спиралните мъглявини, които доказват, че те са други галактики, е съобщено от Хъбъл на 1 януари 1925 г. на събрание на Американското астрономическо дружество. Тази предварителна статия е последвана от допълнителна работа, представена в убеждаващи, обемисти и задълбочени подробности през следващите 4 години. Хъбъл усилва своята позиция с доказателства, получени от наблюдения на нови звезди, на цветовете на най-ярките звезди и на звездните преброявания. Прокламираните от ван Маанен ротационни движения остават единствената сянка върху картината на спиралните мъглявини, интерпретирани като островни вселени. Значителна част от надареността на Хъбъл и много от одобрението, което неговите революционни заключения внушават, се дължат на неговия огромен труд.

Друг аспект на интелекта на Хъбъл, който е важен, но понякога пропуска фактор в разбирането на неговото космологично виждане, е стратегическият му усет за представяне на резултатите. Бавен в публикуването Хъбъл обяснява на Хенри Норис Ръсел от обсерваторията в Принстън "реалното основание за моето нежелание да бързам да публикувам беше, както можете да се досетите, явното противоречие с лъчевите скорости на ван Маанен. Проблемът за съгласуване на два набора данни има известно очарование, но въпреки това аз вярвам, че измерените от него ротационни движения трябва да бъдат пренебрегнати".

В продължение на десет години Хъбъл напълно игнорира различието, с изключение на беседа, подготвена за колегите от обсерваторията Маунт Уилсън, в която той безмилостно срива претенциите на ван Маанен за ново потвърждение на възгледа му. В началото на 1930 г. обаче, следвайки възобновения временно интерес към резултатите на ван Маанен, Хъбъл подхваща проблема отново. В онези времена астрономическите плаки се смятали за частна собственост и Хъбъл е трябвало да получи нови фотографии, за да провери неговите измервания. (Самата декларирана нееднократно готовност на Хъбъл да сподели своя наблюдателен материал е нещо както необичайно, така и достойно за похвала.)

Недостатъците на изследването на ван Маанен били сравнително очевидни и Хъбъл написва няколко статии с остри критики на неговата работа. Публикуването на критиката обаче било по-трудно. Фредерик Сиърс, издател на публикациите на Маунт Уилсън, решава, че "двама души от една и съща институция имат възможност за личен контакт и пряка проверка на резултатите и следователно за отстраняване на различията в частен разговор. Самата институция, струва ми се, има задължението да провери дали са направени всички възможни корекции преди публикуването. Ако не е достигнато съгласие, може би е необходимо институцията да посочи кои от резултатите да бъдат представени на обществеността. В този случай трябва да се остави възможност за изразяване на лично мнение, но всяко такова мнение следва да засяга само научните аспекти на спорния въпрос". Хъбъл със сигурност не е бил доволен от решението, защото Сиърс е прибавил, че "институцията, мисля, има правото да настоява за спазването на тази процедура. Но в някои случаи може би е по-разумно институцията да се откаже от своите технически права и да каже на неудовлетворената личност «Печатайте каквото искате, но някъде другаде»". (Бел.ред. *Окъсите са от писмо на Сиърс до Хейл, чието име сега носи 5-метровият рефлектор в Маунт Паломар, написано през 1935 г. Очевидно е нежеланието на обсерваторската "бюрокрация" да се изваждат на показ кирливите ризи. Причината е проста – ръководството на обсерваторията до този момент всячески е подкрепяло ван Маанен. Самият Хъбъл е споделял по този повод със жена си, че са го молили да даде време на ван Маанен. "Дадох му десет години", казвал той.*)

Сблъскал се с незадоволителната алтернатива да остави работата на ван Маанен без отзив или да го предизвика пряко, което би могло да се възприеме като неджентълменска постъпка, Хъбъл решава дилемата много изобретателно. Той поканва за участие в новите измервания Сет Никълсън, чиито предишни измервания ван Маанен обявява като потвърждение на своите резултати. (Бел.ред. *Заедно с него той поканва още Валтер Бааде, за когото ще стане дума по-нататък, и самия Сиърс специално за обработката на резултатите. Те изучили общо четири галактики – M33, M51, M81 и M101.*) Никълсън не отрича експлицитно това твърдение на ван Маанен, но останалите лесно биха могли да останат с такова впечатление. Хъбъл публикува кратка бележка, в която посочва резултатите на ван Маанен като добре известно противоречие в концепцията за мъглявините като извънгалактични системи и представя таблица със

свои собствени измервания върху четири спирални мъглявини и с резултати, които установяват съществуването на систематични грешки в данните на ван Маанен.

Хъбъл мълчи за източника на грешките. В частност той опитва като възможност (но в крайна сметка погрешно) да припише погрешните измервания на случайни грешки. Случайните грешки би трябвало да поражда случайни резултати, но ван Маанен публикува данни за седем спирални мъглявини, всичките с определено въртене. С честни намерения, но погрешно, въпреки впечатляващите предпазни мерки, ван Маанен отново намира това, което очаква, дори когато то не съществува. В бележка, последвала незабавно тази на Хъбъл, ван Маанен представя нови измервания с частично потвърждение на неговите предишни данни, въпреки че "е желателно да се гледа на тези собствени движения с резерва". Това е защита по-скоро от типа на *nolo contendere* (от латинското "не искам да споря" – термин, който се използва в правото – бел. ред.), отколкото пледиране за невинност или вина. Очевидно променената защита е била обсъждана с Хъбъл, който по този начин майсторски защитава своите определяния на разстоянията.

Зависимостта "скорост-разстояние"

Откритието, че спиралните мъглявини са островни вселени, е било само изходна точка за Хъбъл. То отваря нова фаза на астрономическите изследвания, за да кулминира в утвърждаването на идеята за разширяваща се Вселена. Той използва умела стратегия, за да постигане на целта си и да преодолее вкорененото недоверие към възможността да съществува зависимост между скоростта и разстоянието.

През по-голямата част от човешката история Вселената се е приемала за статична и с появата на теорията на относителността през двадесети век астрономите отначало търсят само статични решения на айнщайновите уравнения на полето. Идеята за разширяваща се Вселена е изглеждала безсмислена и дразнеща дори на самия Айнщайн.

Холандският астроном Вилем Де Ситер предлага статичен модел, от който следва, че скоростта на отдалечаване трябва да е по-голяма за по-отдалечените обекти. (Бел.ред. Де Ситер един от първите разглежда астрономическите следствия на общата теория на относителността. Той показал, че решението на Айнщайн не е единствено. Ако се предположи, че средната плътност на веществото във Вселената е малка, то айнщайновата сила на отблъскване – прословутият Λ -член, който напоследък отново е актуален – ще преобладава над гравитацията и ще предизвика "разбягване" на веществото и разширение на Вселената. Силата на отблъскване е пропорционална на разстоянието, откъдето следва, че и скоростите на взаимно отдалечаване на "частиците" материя – такива "частици" в космологията са галактиките – ще са пропорционални на разстоянието между тях.) Взаимната несъвместимост на масата и статичността в модела на Де Ситер го елиминира в качеството му на реален модел на Вселената, но той успява да стимулира търсене на зависимост "скорост-разстояние". След гибелта на теорията на Де Ситер червеното отместване в спектрите на спиралните мъглявини ще се интерпретира от всички като доплерово отместване, което отразява реалните движения в една разширяваща се Вселена.

КОГАТО ПРИСТИГА ПИСМОТО НА ХЪБЪЛ, ШЕПЛИ ЩЕ ОТБЕЛЕЖИ: "ТОВА Е ПИСМОТО, КОЕТО РАЗРУШИ МОЯТА ВСЕЛЕНА".

През 1920 г. Де Ситер знае за измервания на спектрите на 25 спирални мъглявини, повечето от Слайфър, 22 от които показват предсказаното червено отместване. Обаче разстоянията още не са определени. За сметка на това вече са били известни скоростите и разстоянията за кълбовидните купове и през 1924 г. теоретикът

Лудвик Зилберщайн прави опит да намери зависимост “скорост-разстояние”. Той преработва извода на Де Ситер и намира видима скорост, пропорционална на плюс или минус разстоянието, подходяща както за червено отместване (положително, скорост на отдалечаване), така и за синьо отместване (отрицателно, скорост на приближаване), наблюдавани при кълбовидните купове. Зилберщайн намира корелация между скоростта и разстоянието за седем купа.

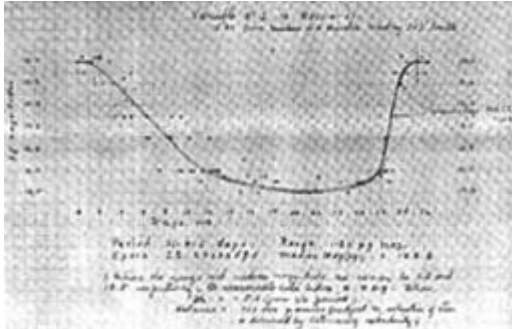
Той изключва три купа от това изследване поради "подозрително малките" лъчеви скорости – т.е. много по-малки от предсказаните от неговата зависимост “скорост-разстояние”. Имало е налични данни за повече кълбовидни купове и Густаф Стрьомберг и Кнут Лундмарк от обсерваторията Маунт Уилсън отбелязват, че пълният комплект наблюдения не подкрепя очакваната зависимост “скорост-разстояние”. Те внимателно се разграничават от дискредитираната сега работа на Зилберщайн и по-общото допускане за зависимост между скоростта и разстоянието въобще. Заклучителната проверка на хипотезата на Де Ситер би зависела от разстоянията до спиралните мъглявини, понеже кълбовидните купове може да не са достатъчно отдалечени, за да се търси такава зависимост при тях. Освен това, теоретичните предвиждания на зависимостта “скорост-разстояние” от сорта на опорочения анализ на Зилберщайн са изглеждали по принцип подозрителни.

Хъбъл си дава сметка за космологичния модел на Де Ситер и предсказаната от него зависимост “скорост-разстояние”, но в началото неговото вникване в теорията е било непълно. След обсъждане на проблемите с колеги на среща на Международния астрономически съюз през 1928 г. в Холандия той се връща на Маунт Уилсън, решен да провери модела на Де Ситер. Хъбъл използва Хюмасън, опитен и способен наблюдател, систематично изследвал слабите и по-далечни мъглявини, за да определи дали те имат по-големи скорости от тези на близките мъглявини.

Като използва зависимостта “период-светимост” за цефеидите, Хъбъл определя директно разстоянията до пет извънгактични мъглявини и косвено до шеста, физически спътник на една от петте. Така Хъбъл калибрира абсолютната величина на най-ярките звезди в шестте мъглявини и от наблюдения на видимите величини на най-ярките звезди в други 14 извънгактични мъглявини оценява разстоянията до тях. По-нататък той намира средната абсолютна величина за всички 20 галактики и сравнява тази стойност с видимите величини на 4 галактики от купа галактики в Дева, определяйки по този начин разстоянията до тях. Съпоставянето на разстоянията и скоростите показало линейна зависимост между тях. За оставащите 22 извънгактични мъглявини с известни лъчеви скорости, но неизвестни разстояния, твърде отдалечени за да се наблюдават в тях отделни цефеиди или ярки звезди, Хъбъл измерва видимата величина на всяка извънгактична мъглявина, изчислява средната видима величина за 22-те галактики, сравнява тази стойност със средната абсолютна величина за галактиките с известни разстояния, получава средното разстояние за 22 галактики и показва, че средното разстояние и средната скорост на тези 22 галактики се съгласува добре със зависимостта “скорост-разстояние”, определена от първите 24 извънгактични мъглявини (фиг. 5). Базата данни е оскъдна и интерпретацията – несигурна в подробностите, но си остава като пример за една блестяща и смела екстраполация.

Използваната методика дължи много на пионерската работа на Шепли върху цефеидите, кълбовидните купове и строежа на нашата Галактика. Много от лъчевите скорости са измерени от Слайфър, а Хюмасън извършва измервания на по-далечните галактики. Теорията на Де Ситер насочва вниманието към възможността за зависимост “скорост-разстояние”. При все това определянето на тази зависимост заслужено се приписва на Хъбъл. Както той пише по-късно на Де Ситер, "възможността за

зависимост “скорост-разстояние” между мъглявините висеше във въздуха от години. Вие, вярвам, бяхте първия, който я споменава. Но нашата предварителна бележка от 1929 г. беше първото представяне на наблюдения, за които дисперсията, дължаща се на неопределеността в разстоянията, беше достатъчно малка в сравнение с диапазона обхванати разстояния. В тази бележка освен това ние съобщихме програма за наблюдения с цел проверка на тази зависимост и при по-големи разстояния – фактически в целия обхват на 100-инчовия телескоп. Работата беше напрегната, но се чувствахме възнаградени, тъй като резултатите бяха потвърдили надеждно предишната зависимост. На тези основания считам зависимостта “скорост-разстояние”, нейното формулиране, изпробване и потвърждение като принос на обсерваторията Маунт Уилсън”.



Фиг. 3. Доказателството за съществуването на други галактики идва от откриването на променливи звезди от тип цефеиди в спиралните мъглявини, направено от Хъбъл. Хъбъл показва, че тези звезди са толкова отдалечени, че не биха могли да се намират в Млечния път. Той включва кривата на блясъка, възпроизведена тук, в писмо от 19 февруари 1924 г. до Харлоу Шепли, който е използвал метода на цефеидите,

за да определи размера на нашата Галактика. Кривата показва промените в блясъка с хода на времето за първата цефеида, намерена от Хъбъл в Мъглявината Андромеда M31.

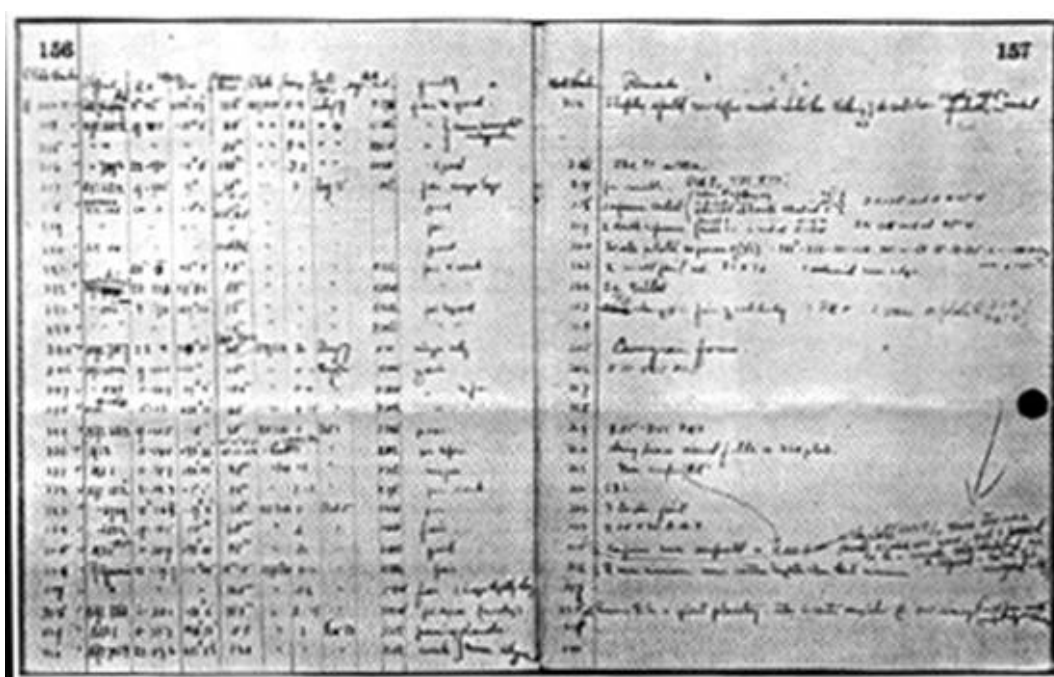
Хъбъл обяснява на Де Ситер, че е използвал термина "видима" скорост, за да подчертае емпиричния характер на зависимостта. “Интерпретацията, чувствам, би трябвало да се остави на Вас и на малцината други, които са компетентни да обсъждат материала авторитетно”. Все пак скоро Хъбъл в сътрудничество с колеги, познаващи релативистичните тънкости, ще се опита и сам да интерпретира зависимостта “скорост-разстояние”. Но отначало той фокусира своите усилия върху емпиричното доказване на зависимостта. Чак до финалния параграф на своята статия от 1929 г. Хъбъл не споменава нито Де Ситер, нито теория, и даже тогава просто отбелязва, че зависимостта “скорост-разстояние” би могла да представлява ефект на Де Ситер и би могла да бъде от значение за космологични дискусии. Така е разбирал Хъбъл навлизането в ключовия въпрос на научното изследване на Вселената.

Хъбъл съзнателно преследва стратегията да убеди своите научни началници в реалността на зависимостта “скорост-разстояние” и това се вижда от неговото иначе недостатъчно подчертаване на един донякъде незначителен въпрос. Новите данни на Хъбъл показват линейна корелация между скорост и разстояние, независимо от това дали скоростите са коригирани за слънчевото движение, въпреки че той подчертава важността на корекцията, докладвайки, че Стрьомберг я е проверил. Хъбъл не твърди, че Стрьомберг е приемал зависимостта “скорост-разстояние”, въпреки че читателите биха могли лесно да достигнат до това заключение. Завърнал се в Швеция, Лундмарк няма как да бъде убеден така лесно да свидетелства в негова полза. Но Хъбъл цитира решението на Лундмарк за движението на Слънцето в нашата Галактика. Няма значение, че то се различава от неговото собствено решение, нито че Лундмарк използва зависимост “скорост-разстояние”, доста по-различна от простата линейна пропорционалност на Хъбъл. Сигурно Хъбъл не е искал помощ нито от Стрьомберг, нито от Лундмарк, за да провери директното пресмятане на движението на Слънцето.

Появата на критиките към работата на Зилберщайн обаче дава да се разбере, че методиката на Хъбъл не страда от същите дефекти.

Така Хъбъл дирижира своето доказателство за постигане на максимален ефект. То не е обект на фабрикуване или фалшификация, или измислици; данните са честни. Ако Хъбъл е нападал област, в която неговите интерпретации са се борели с други, то е било за да възстанови равновесието, да преодолее предразсъдъците срещу неговите идеи (или фаворизирането на други идеи) и да достигне честно изслушване.

Макар и започнали в климат на скептицизъм и подозрение, създаден от необмисления опит на Зилберщайн да намери зависимостта “скорост-разстояние”, усилията на Хъбъл продължават гладко и бързо. През 1945 г. той и Хюмасън имат скорости за 100 допълнителни извънгактични обекти на разстояния 30-40 пъти по-големи от това до купа галактики в съзвездие Дева (фиг. 6). Научният факт беше несъмнен и той не се обезценяваше от това, че е обоснован от астроном, който е завършил право.



Фиг. 4.
Тези
страниц
и от
наблюда
телния
бележни
к на
Хъбъл
докумен
тират
открива
нето на
първата
променл
ива
звезда от
типа
цефеиди

в M31. Хъбъл отначало допуска, че е открил нова звезда, т.е. звезда, която бързо и ярко изсветва, а след това бавно отслабва, но скоро фотометричното поведение на една от звездите доказва, че тя е цефеида.

Разширяващата се Вселена

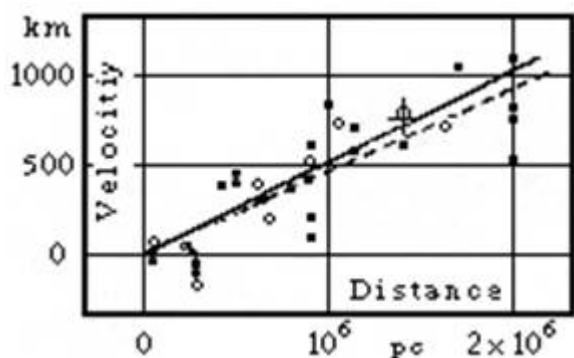
С твърдо установена зависимост между скоростта и разстоянието Хъбъл преминава към теоретична интерпретация на емпиричните данни. Тя може да се разглежда като ранен пример на това, което сега е общоприето в науката – обединяване на научните усилия. Кооперирането е важна и отличителна черта на изследването на мъглявините в обсерваторията Маунт Уилсън. Работейки в тясно съдружие с колегите си от Калифорнийския технологичен институт, учените обединяват ресурсите си в отделни изследвания и интерпретират резултатите в светлината на конструктивната критика от групата като цяло. Както си спомня мисис Хъбъл, "Почти всеки две седмици някой от хората на Маунт Уилсън и на Калтех идваше вечер в къщи: Х. П. Робъртсън, Ричард Толман, Бааде, Минковски, Милтън Хюмасън, Цвики и други – астрономи, физици, математици. Донесоха черна дъска от Калтех и я поставиха на стената в

дневната. В столовата имаше сандвичи, бира, уиски и газирана вода, те се разхождаха и закусваха. Седейки до огъня, пушейки лули, разговаряха върху различни подходи към проблемите, питаха, сравняваха и противопоставяха гледните си точки – някой ще напише уравнения на дъската, ще поговори малко и дискусиата пламваше".

Дискусиите несъмнено стават по-оживени след появата на нови космологични модели, предизвикани от кризата в астрономията в началото на 30-те години. На събрание на Кралското астрономическо дружество през януари 1930 г. Де Ситер коментира неспособността на съществуващите модели да представят адекватно наблюдаемата Вселена. След това английският астроном Артър Едингтън пита защо трябва да има само две решения. "Предполагам – отговаря си той, – че трудността идва от търсенето само на статични решения".

Белгийският астроном Жорж Льомер, бивш студент на Едингтън, скоро поднася своето нестатично решение на неговото внимание. Едингтън признава незабавно неговата статия, която предполага хомогенна Вселена с постоянна маса и нарастващ радиус като обяснение на лъчевите скорости на извънгактичните мъглявини, решение на дилемата, следваща от наблюдателното отхвърляне на статичните модели. Де Ситер също хвали остроумното решение на Льомер.

Оксфордският астроном Е. А. Милн предлага алтернатива на разширяващото се пространство на Льомер. Покълналият интерес на Милн към космологията, запазен от Роудовите лекции на Айнщайн в Оксфорд през 1931 г., разцъфтява напълно, когато чете писмата до "Таймс". Изискването на теорията на относителността, пространството да се свие обратно в себе си, противоречеше на общото разбиране на някои читатели, един от които наемква, че астрономите трябва да понапрегнат ума си и да измислят поразбираема теория. В допълнение към кривината на пространството (това беше времето, когато професорите по астрономия в Оксфорд знаеха априори, че пространството е евклидово и бяха също толкова твърдо убедени, че теорията на относителността е погрешна). Милн особено се притеснявал от твърдението, че ние навярно никога няма да знаем защо пространството се разширява, а не се свива – и двата варианта били еднакво вероятни в теорията на относителността. Милн се опитва да разбере защо Вселената се разширява и защо скоростите са пропорционални на разстоянията. В своето генерално обяснение той отхвърля представите за изкривено пространство и разширение на пространството, предлагайки вместо това модел на група извънгактични мъглявини, движещи се в евклидовото пространство в случайни посоки и с различни скорости. Такъв модел влече след себе си появата на разширяваща се група мъглявини, а мъглявината с най-висока скорост естествено би се отдалечила най-много от стартовата точка. Милн пише на брат си, че е достигнал до "напълно удовлетворителна картина на Вселената".

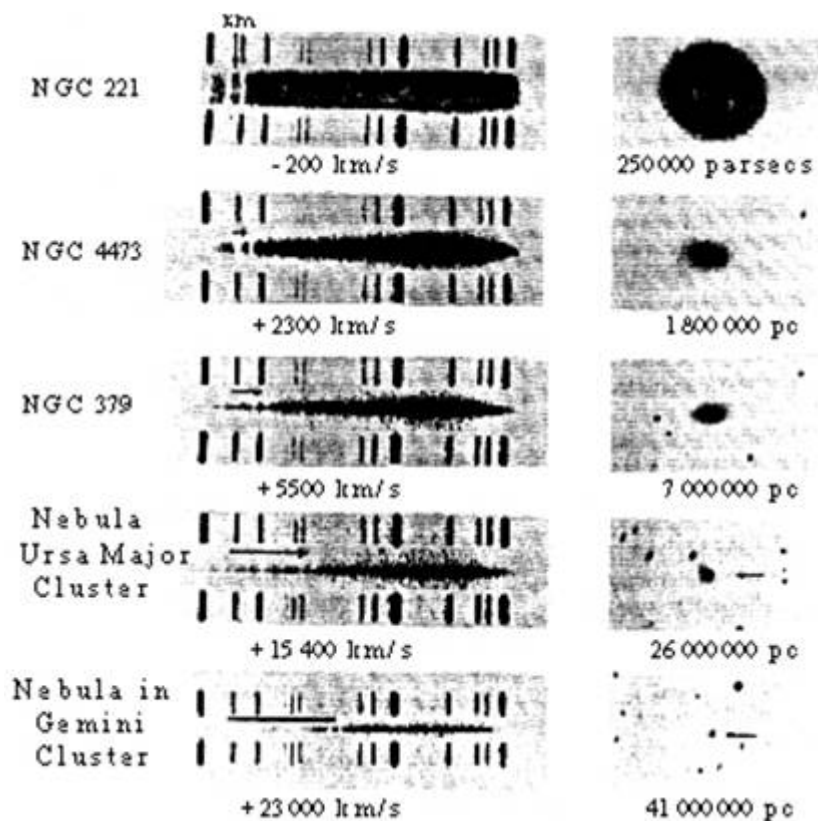


Фиг. 5. Вторият космологичен пробив на Хъбъл е потвърждението на разширяващата се Вселена. Ключът на това откритие е доказателството на зависимостта "скорост-разстояние", според която по-отдалечените галактики се движат с по-големи скорости. Възпроизведената тук графика показва зависимостта "скорост-разстояние" за 46 галактики, които Хъбъл нарича "извънгактични мъглявини". Запълнените

кръгчета и непрекъснатата линия представляват решението, отчитащо отделни 24 мъглявини, за които са определени преките разстояния. Празните кръгчета и

пунктираната линия посочват 24-те мъглявини, комбинирани в 9 групи според близостта им по направление и разстояние. Кръстчетата представляват средната скорост за 22 мъглявини чиито разстояния не са били установени пряко.

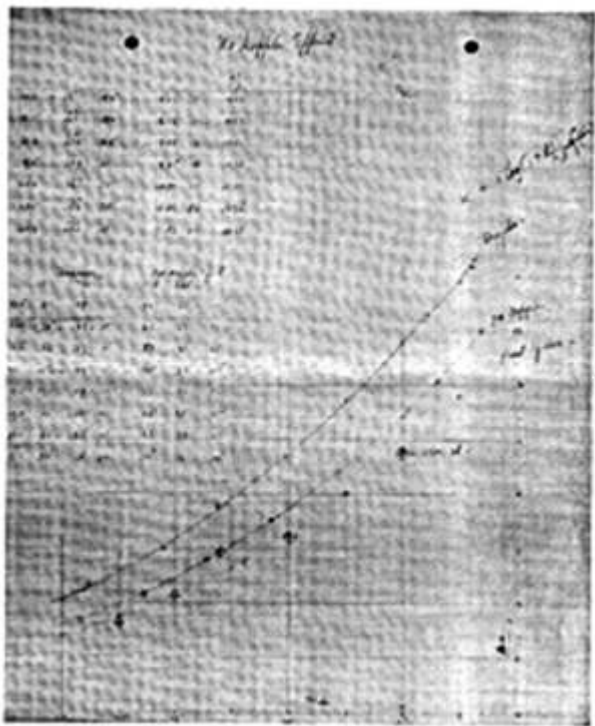
Трети основен космологичен модел е предложен от Фриц Цвики, физик в Калифорнийския технологичен институт, и ако паметта на г-жа Хъбъл не греши – един от хората, които участват в неформалните дискусии в дома им. (Бел.ред. *Цвики е швейцарец, роден и получил гимназиалното си образование във Варна, която напуска през 1918 г. След време се преселва в САЩ, където става известен с решаващи идеи и открития в областта на астрофизиката. Славел се е с отвратителен характер и към края на живота си наричал астрономите от Маунт Уилсън "spherical bastards". Ще попитате – защо именно сферични? "Защото – казвал Цвики – откъдето и да ги погледнете са си bastards ..."*) Цвики предполага, че Вселената не се разширява и че наблюдаваното червено отместване е резултат на взаимодействия между светлинните кванти и веществото в пространството, а не признак за реално движение. Гравитационното забавяне на светлината би могло да обясни наблюдаваната зависимост "скорост-разстояние", тъй като води до по-голям ефект върху светлината при по-отдалечените обекти. Цвики не се колебае да издигне теория, изискваща нови принципи на физиката. Той, разбира се, смята това изискване за свой актив, а не пасив. Според неговата философия на морфологичното изследване, всички следствия на всеки проблем трябва да се изследват без предубеждения. "Това значи, че в началото на едно морфологично изследване *трябва да се декларират всички ограничения и не трябва да се правят никакви оценки*, докато не се огледа общата перспектива". Различими аномалии в поведението на светлината могат да доведат до по-добро разбиране на физичните закони. Морфологичният подход в мисленето и действието би разкрил съществуването на непознати космични обекти и явления, докато другите учени биха достигнали до задънена улица, мислейки, че знаят всичко. Цвики вярва, че за астрономите 1930 г. е такава задънена улица относно природата на наблюдаваните червени отмествания.



Фиг. 6. След 1935 г. Хъбъл и неговият колега от Маунт Уилсън Милтън Хюмасън определят лъчевите скорости на още 100 извънгактични мъглявини, намиращи се на огромни разстояния от нашата Галактика. Вляво са приведени червените отмествания в спектрите на 5 извънгактични мъглявини. Стрелките показват линиите Н и К на калция. Вижда се размерът на отместването спрямо червения край на спектъра. Отдясно са показани фотографии в същия мащаб, на които

личи намаляването на видимия размер и яркостта с увеличаването на червеното отместване (или доплеровата скорост, пропорционална на нарастващото разстояние).

Хъбъл решава да се опре на наблюденията, за да избере между моделите на Вселената на Лъометр, Милн и Цвики. Той се кооперира с Ричард Толман, теоретик от Калифорнийския технологичен институт, който разработва теоретичните основи на релативистичната космология и е един от участниците във вечерните дискусии в дома на Хъбъл.



Фиг. 7. Хъбъл се е водил в изследванията от философските си пристрастия, дори когато изглежда, че те противоречат на наблюденията. Тази графика, намерена в чернова статия на Хъбъл, показва предсказаното отслабване на звездната величина Δm като функция на абсолютната звездна величина m_{abs} за доплеровия и недоплеровия случай. Наблюдателните точки, оградени с кръгчета, лежат по-близо до недоплеровата крива. Това подсказва, че наблюдаваното червено отместване може да не е резултат на движение в разширяваща се Вселена, а по-скоро проява на нов физичен принцип в неразширяваща се Вселена, както предполага физикът от Калтех Фриц Цвики. Хъбъл явно не приема това заключение, базиращо се само на философска основа – факт, който има

положителни последствия за неговите космологични виждания.

Хъбъл е разбрал, че съвременната наука се различава от средновековната така, както експериментът от голата диалектика. В размишления върху природата на науката, макар и не винаги в текущата си практика, Хъбъл разглежда физичните теории като субект на опитно потвърждение или отхвърляне. Ученият "естествено и неизбежно ... се заплита в данните и налучква решението". Той продължава "да опитва налучкването на нови данни – предсказвайки следствията от отгатването и след това безпристрастно изследвайки дали предсказанията се потвърждават или не".

Хъбъл и Толман започват с наблюдателния факт на червено отместване на светлината от далечните мъглявини и са склонни да го интерпретират като доплерово отместване, дължащо се на отдалечаване на мъглявините. Без да желаят да пренебрегнат прибързано възможността за друга интерпретация, те продължават да използват фразата "видима скорост на отдалечаване" и обсъждат методите за различаване между отдалечаване и други възможни причини за червеното отместване. Преди да се намери връзка между теория и наблюдение, трябва да се вземат предвид различни усложняващи фактори в тълкуването на наблюденията. Теоретичните съотношения са изчислени и за двата случая на действителна и видима скорости на отдалечаване. Хъбъл и Толман формулират методи за интерпретиране на природата на червеното отместване, но в публикуваната им статия не е представено определено

заклучение. Поради многото наблюдателни проблеми, всяко заключение би било само предварително.

Наблюдения и философски ценности

Космологията, от столетия представляваща умозрителни заключения, основани на минимум наблюдателни доказателства и максимум философски пристрастия, става с работата на Хъбъл наблюдателна наука и нейните теории сега подлежат на опитна проверка в степен, немислима преди. Все още обаче човешките ценности не са угаснали в космологията на двадесети век. Пишейки върху философията на науката, Хъбъл се съобразява с наблюдението. "Математиците работят с възможни светове, с безкраен брой от логически съвместими системи. Наблюдателите изследват конкретния свят, в който живеем. Между едните и другите стои теоретикът. Той изучава възможни светове, но само онези, които са съвместими с информацията, предоставена от наблюдателите. С други думи теорията се опитва да отдели минималния брой възможни светове, в които трябва да се включва и реалният свят, обитаван от нас. След това наблюдателят, с нова фактическа информация в ръце, се опитва да намали още списъка. И става така, че наблюдение и опит напредват заедно към общата цел на науката – опознаването на структурата на Вселената".

Все пак именно философските принципи стават причина Хъбъл да избере модела на Лъометр за релативистична, разширяваща се и еднородна Вселена, въпреки че неговите първоначални данни са подходжали по-добре на модела на Цвики. Това може да се види от графиката, намерена между черновите на Хъбъл (фиг. 7). А суровите данни, некоригирани за температурни ефекти, са говорели в полза на модела на Милн за разширяваща се, но нерелативистична и нееднородна Вселена – това се вижда от кореспонденцията на Хъбъл.

Тази кореспонденция съдържа също интересни данни за тактиката на Хъбъл в научните дебати. Хъбъл пише на Никлас Мейол от обсерваторията в Лик: "Вашето изследване трябва да се разглежда като абсолютно независимо от нашата работа тук. Фактически тя би могла да има по-голямо влияние върху източния инструментариум, ако имаше призив за съревнование". "Източният инструментариум" включва Шепли от Харвард. Хъбъл подкрепя предложението за дисертация на Мейол и продължава "доволен съм да чуя, че дисертацията ще бъде скоро в печат и съм напълно съгласен с комитета, че трябва да се публикува без позоваване върху моята статия. В действителност аз имам личен интерес в това решение - едно колкото се може по-независимо изследване и натрупаните чрез него доказателства биха убедили евентуално източната група в значението на такава една внимателна работа".

В РЕТРОСПЕКЦИЯ РЕЗУЛТАТИТЕ НА ХЪБЪЛ МОГАТ СЕГА ДА НИ ИЗГЛЕЖДАТ НЕИЗБЕЖНИ, НО НИКОЙ ОТ НЕГОВИТЕ СЪВРЕМЕНИЦИ НЕ МОЖА ДА ПРОЯВИ ПОДОБНО ВИЖДАНЕ, ЗАЩОТО СЕ Е ИЗИСКВАЛ ЗНАЧИТЕЛЕН КУРАЖ И ДОРИ ЛИПСА НА ОБИЧАЙНОТО НАУЧНО БЛАГОРАЗУМИЕ.

Според философията на Хъбъл теорията и наблюдението биха могли да напредват заедно, но теорията има и самостоятелно значение. Преди да се прибегне до помощта на наблюдението, броят на логически съвместимите системи за сравнение с експеримента би могъл да се намали чрез прилагане на фундаментални принципи. За Хъбъл те са два – общата теория на относителността и космологичния принцип. Общата теория на относителността предполага както нестабилна Вселена, която се разширява или свива, така и Вселена, чието пространство се изкривява в околностите на концентрациите на маса. Космологичният принцип (признат от Хъбъл като "чисто допускане") постулира, че в достатъчно голям мащаб Вселената ще изглежда еднакво, гледана от всяка нейна точка – хомогенна и изотропна, без център и граници.

Моделите на Милн и Цвики са логически съвместими, но всеки от тях противоречи на убежденията на Хъбъл за фундаменталност, и Хъбъл би могъл поткровено и еднозначно да ги отхвърли, преди да се обърне към наблюденията. Дори ако моделът на Милн с неговото априорно евклидово пространство се съгласуваше с наблюденията, той би останал неприемлив за Хъбъл, защото теорията на относителността диктува наличието на изкривено пространство. Обвинението на Милн, че кривината на пространството е хипотеза *ad hoc*, нямало тежест за Хъбъл. Нито пък другото му обвинение за непълнота на материала, по който се съди за разширяване или свиване на Вселената, също не засяга Хъбъл: То е просто въпрос, който трябва да се реши чрез наблюдения. Хомогенността, възможна в модела на Лъометр, но не и в този на Милн, дава също достатъчно основание на Хъбъл да отхвърли последния. Частта от Вселената, която Хъбъл наблюдава, трябваше да бъде представителна за цялата Вселена, за да даде правилни изводи. Хомогенността и еднородността на природата са необходими предпоставки за методологически обосновано изследване на Вселената.

Стационарният модел на Цвики също е неприемлив за Хъбъл на философска основа. Той е несъвместим с теорията на относителността, която влече нестационарност. Освен това предложението на Цвики за нов принцип на физиката противоречи на порядъчната научна методология, която презира въвеждането на принципи *ad hoc*. Повечето космолози не биха приели принципи *ad hoc*, въпреки че тук може да има значителни разногласия върху това какво е и какво не е *ad hoc*.

Цвики, който не е имал възможност да използва 100-инчовия телескоп чак до 1948 г., по-късно хвърля обвинение, че "Хъбъл, Валтер Бааде и нископоклонниците между техните млади асистенти се поставиха в положението да нагласяват наблюдателните си данни, да скриват недостатъците им и да накарат мнозинството астрономи да приемат и да повярват в някои от най-пагубните им и погрешни представи и интерпретации на фактите". (Бел.ред. *Това е типичен пример за острия език на Цвики – вж. коментара по-горе.*) Хъбъл обаче, в статии, написани в сътрудничество с Толман през 1935 г., публикува различия между наблюденията и предпочитания от него модел. Той допуска, че "наблюденията вероятно могат да бъдат обяснени и ако червените отмествания не се дължат на лъчевите скорости" и признава, че "веднага възникват съмнения дали червените отмествания се дължат на лъчевите скорости или следват от космологичната теория в нейния съвременен вид". Съчетаването на неговите наблюдения с допускането на разбягването на галактиките води до по-висока скорост на разширяване на Вселената на по-големи разстояния (т.е. в по-ранни времена). Ако скоростта на разширение е по-голяма, оценките за възрастта на Вселената, основани на тази скорост, трябва да се намалят. Резултантната възраст би била по-малка от възрастта на Земята. Или наблюденията са неправилни, или червените отмествания не са резултат от скоростта на отдалечаване в разширяваща се Вселена. (Бел.ред. *Първоначално Хъбъл получава стойност на константата H в своя закон, която носи неговото име, около 10 пъти по-висока от тази, която е приета в момента. Понеже една добра оценка на възрастта на Вселената е величината $1/H$, то ако стойността на константата на Хъбъл е по-голяма, възрастта на Вселената ще е по-малка. Ако сега говорим за възраст 15 млрд. години, то по времето на Хъбъл е излизала стойност около 1,5 млрд. години, което противоречало на данните от геологията за възрастта на нашата планета. Това обяснява предпазливостта на изказванията на Хъбъл.*)

Способността да се изпробва теорията чрез физичната действителност – първо да се направят теоретични предсказания, след това да се наблюдава дали предсказанията се изпълняват или не и накрая да се отхвърли или най-малкото да се измени теорията, ако тя не издържи на проверката – осигурява истинското

разграничение между наука и псевдонаука. Дали има тук единствена характеристика, безпогрешно различаваща научните от ненаучните теории – най-добре е науковедът да цитира като такава склонността към фалшифициране. Критерият за фалшифицирането** се взема често като необходимо и достатъчно условие за научност. Освен това, както признават историците, има дълга традиция на непокорни учени, отказващи да приемат фалшификациите на техните теории чрез противоречиви доказателства. Директните наблюдателни и експериментални проверки на хипотезите в някои случаи са имали по-малка тежест, отколкото конформизмът на хипотезите с общите теоретични суперструктури.

Отказът да се приеме доминирането на дадена теория чрез наблюдение или експеримент не е нещо необикновено в теорията на относителността. Самият Айнщайн твърди: "по никакъв начин не смятам, че главната значимост на общата теория на относителността следва от факта, че е предсказала няколко точни наблюдателни данни – тя е в простотата на нейната основа и логическата ѝ съвместимост". Едингтън се съгласява с айнщайновия възглед: "за онези, които са уловили духа на новите идеи, предсказанията на наблюденията представляват само второстепенна част от предмета. Теорията се изисква да води до разбиране на света на физиката, което е по-ясно и по-проницателно от постигнатото преди". Този дух, споделян от Айнщайн и Едингтън, стана причина Хъбъл да не приеме явното изопачаване на релативистичния, разширяващ се и хомогенен модел на Вселената чрез различни предсказания и наблюдения и да следва неотстъпно своето научно виждане. Хъбъл не се барикадира, нито той самият, нито заедно със своята наука срещу големия свят на ценностите, и поради това неговата космология стана само по-добра.

Превод от английски: Ал. Карастоянов и Валери Голев
(Norris, S. Hetherington, Hubble's Cosmology, *American Scientist*, March-April 1990, 78, pp. 142-151)

* Норис С. Хетерингтън е сътрудник в Отдела по история на науката и технологиите в Калифорнийския университет, Бъркли. Има докторска дисертация по история и философия на науката от университета в Индиана. Интересува се от природата на науката и от историята на астрономията. През 1988 г. публикува книгата "Наука и обективност": Адрес: Office for the History of Science and Technology; 470 Stephens Hall, University of California, Berkeley, CA 94720.

** Термин, въведен от философа на науката Карл Попър (1902 - 1994). Според Попър една теория е научна, ако тя по принцип може да бъде опровергана (фалшифицирана). "Фалшификация" тук означава "проверка" или "опровержение" (а не "подправяне" или "изопачаване"). - *Бел. ред.*

ХЪБЪЛ И ПОСЛЕДНАТА ГОЛЯМА ВОЙНА

Валери Голев

Своите млади и щастливи години Хъбъл прекарва в Англия. Той обича тази страна, има много приятели там и всичко, което касае Англия, го вълнува и му е близко до сърцето. Затова, когато започва Втората световна война, той заявява на висок глас своята позиция за включване на Америка във войната. Както е известно, САЩ обявява неутралитет в началото на войната и на президента Рузвелт, който си е давал ясна сметка за неизбежното включване на САЩ във войната, му е било доста трудно да наложи вижданията си пред настроеното към изолационизъм американско общество.

С аналитичния си ум Хъбъл прекрасно се е ориентирал в международните отношения. За него няма съмнение, че “политиката на омиротворяване” на лидери като Чембърлейн и Даладие няма да доведе до нищо хубаво. От самото начало той твърди: “Това е нова световна война и ние – искаме или не – сме въввлечени в нея”. Алан Съндидж пише в спомените си: “Със сигурност знам, че Хъбъл беше много консервативен в политическите си виждания. С голямо неодобрение се отнасяше към либералната политика на Рузвелт – за хората от неговия кръг такова мнение беше общоприето.” Консерваторът Хъбъл не одобрява и външната политика на президента. Но не и в този случай. Сега той е активен съюзник на президента.

През 1940 г. Хъбъл публично призовава за помощ на Великобритания. Убедителен както винаги, той казва на слушателите си: “Вие виждате разширяването на тоталната война в Европа. Виждате как малките нации, борещи се за запазване на цивилизацията, внезапно са стъпкани от железен ботуш. ... Можете да се обърнете към първоизточника “Майн кампф” и ще разберете какво реално представлява Хитлер и хитлеризма. Можете да се заслушате в речите на Хитлер и да узнаете какво готви той за нас. ... Ние упорито крепим илюзията, че в борбата си за безопасност можем да имаме едновременно и пушки, и масло. ... Ето такава е, господа, картината в момента. Обявяването на война е най-действеният способ да се реши проблемът и отдавна трябваше да сме го направили.” В заключение Хъбъл добавя: “Ние всички искаме мир. Но това трябва да е мир с чест. Мирът на всяка цена е религията на робите. ... Ако има урок, на който да ни е научила историята, това е че собствената си съдба могат да решават само силните хора.”

През цялата следваща година той решително отстоява своите позиции. На 11 ноември 1941 г., на юбилейната годишнина от края на предишната световна война, като неин бивш участник и ветеран, той държи реч пред други ветерани като него. Отново темата му е, че Америка трябва най-накрая да разбере цялата опасност, която я грози, че на изолационизма трябва да се сложи край. Аргументите му отново са същите – ясни и точни. “Не ви приканвам – казва той – да се борим на страната на Англия или Русия. Аз просто ви казвам, че това е наша война и че нашата помощ за Англия е помощ за самите нас и тази помощ никога не е била нещо друго. Ние знаем какво е войната. Нашата нация е родена във война, израснала е във война и е отстояла себе си във война. Всеки път, когато съществуването на нацията ни е в опасност, ние сме длъжни и да воюваме и ще воюваме отново. Американските експедиционни сили са нужни за съкрушаването на нацизма и трябва да заминат. Ние нямаме избор – това е сурова необходимост.”

Хъбъл има своя представа за гражданския си дълг. Последователен в действията си, той добре разбира, че само патриотични речи не стигат. Веднага след Пърл Харбър той прави опит да отиде доброволец в армията. За негово съжаление този опит бил неуспешен – пехотата не пожелала да вземе майора от запаса, получил званието си в

предишната война. Но най-неочаквано Управлението на армейската артилерия го повикало в изследователския център на полигона Абърдийн в щата Мериленд. Този огромен полигон на брега на залива Чезапийк, основан още през Първата световна война, е главният център за военни изследвания на САЩ. И така, през август 1942 г. Хъбъл напуска Маунт Уилсън и се премества на Източното крайбрежие, където ще пребивава до декември 1945 г. като началник на отдел.

В спомените си след войната Хъбъл разказва как е бил избран за тази нова за него служба. “Център на полигона в Абърдийн беше изследователската лаборатория по балистика, чийто мирновременен щат бил повече от скромнен. И внезапно тази лаборатория била призвана да изпълни огромна по обем работа. ... Източник, откъдето да се черпят сили, нямало. Единственото, което оставало, било да се призват учени от други специалности с надеждата, че те ще успеят да усвоят новия предмет по-бързо от непрофесионалистите. Било решено да се поканят учени главно от Националната академия на САЩ и бил съставен списък на възможните “жертви” по дни – според очаквания момент, когато ще станат нужни. Разказаха ми, че моето име било в началото на списъка, понеже балистиката има своеобразно родство с астрономията. Освен това, като старши офицер от миналата война аз бих могъл да разбера смисъла на някои от задачите от позиция «както пред оръдията, така и зад тях».”

Отделът на Хъбъл отговаря за съставянето на таблиците за артилерийската стрелба и за бомбомятането. Те е трябвало да се пресметнат за всеки тип оръдие, за всеки тип снаряд и за всеки тип авиационна бомба. Трябвало е да се занимават с прицелите и с уредите за контрол и управление на стрелбата и бомбомятането. С една дума – предстояла огромна работа. Отделът на Хъбъл бил разширен до обема на цял институт, достигайки щат от около 300 човека.

Дните на Хъбъл са запълнени до краен предел и време за астрономия или за нещо странично той няма. Хъбъл успява да организира работата на всички поделения, да контролира изчисленията, измерванията и стрелбите на полигона, лично да участва в конструирането на балистичните уреди и бързите фотокамери за заснемане на полета на снарядите и бомбите. В крайна сметка той се справя блестящо. В известен и не много приятен смисъл и ние тук в България сме могли да оценим ефективността на неговата работа по резултатите от тежките бомбардировки на нашата столица през 1944 г.

Хъбъл честно изпълнил дълга си и държавата оценява това с наградата, която му дава през 1946 г. – “Медал за заслуги”, учреден за граждански лица със съществен принос във военните усилия на страната. Медалът представлява златен белоглав орел на фона на тъмносин пръстен с бели звезди. Това е висока награда – същата и по същото време получават Енрико Ферми, Робърт Опенхаймър, Харолд Юри и други участници в проекта “Манхатън”. В документа за награждаването пише: “На доктор Едуин Хъбъл за неговата във висша степен достойна за награда служба като глава на Отдела за външна балистика в Изследователската лаборатория по балистика в Абърдийн, Мериленд. С ръководството си, с неуморния си труд и с уметлото прилагане на познания от други области на науката доктор Хъбъл насочваше многобройните изследвания по външна балистика, които позволиха да се увеличи ефективната огнева мощ на бомбите и снарядите.”

Хъбъл се прибира на Западния бряг с твърдото убеждение, че в живота на човечеството повече няма място за война. През 1946 г. в Ел Ей той държи реч на тема “Войната, която не трябва да се случи”. Ще завърша с извадки от нея, които едва ли се нуждаят от коментар и които според мен важат с още по-голяма сила и сега.

“Неотдавна учените проникнаха в неведоми области на науката и получиха съвършено нови знания. Сега чрез технологиите тези знания се използват така, че

превръщат войната в самоубийство. Последната война завърши с реактивни самолети, далекобойни ракети, управляеми снаряди и атомни бомби – едно разрушително съчетание. За всичко това вече сте чували, а е възможно да сте чували и нещичко за военното използване на бактериите и радиоактивността.

Войната с тези нови видове оръжия ще превърне цивилизацията в руини. Ако признавате това положение и искате да оцелеете, ще сте принудени да се съгласите, че възможността за такава война следва изцяло да бъде изключена. ... Сега нашият свят стана толкова малък, всичките му ъгълчета станаха толкова лесно достижими, че никой народ не може да осигури безопасността си сам. Даже ако това е противно на нашите желания, ще сме принудени да си сътрудним с другите. Трябва вече да възприемаме тези две думи – войната и самоунищожението – като синоними.”



Lise Meitner

КАК И ЗАЩО ЛИЗЕ МАЙТНЕР НЕ ПОЛУЧАВА НОБЕЛОВА НАГРАДА

Елизабет Крауфорд, Рут Левин Смит, Марк Уокър

През ноември 1945 г. с незначително мнозинство Кралската шведска Академия на науките решава да присъди Нобеловата награда за химия за 1944 г. на Ото Хан за откритието му – ядреното делене. Наградата предизвиква и досега спорове по същество, защото колегите на Ото Хан, химикът Фриц Щрасман и физичката Лизе Майтнер не са наградени. Възможно е Фриц Щрасман да е бил пренебрегнат, защото по онова време той не е бил учен с висок научен ранг. Отпадането на Майтнер обаче разкрива други недъзи на процеса на подбор и присъждане на наградата. Четири от тях могат да бъдат изброени веднага: трудността за избор при междудисциплинарни открития, липсата на опит на Шведската академия в областта на теоретичната физика, научната изолация по време на войната, както и невъзможността на оценяващата комисия да разбере изопачаването на публикуваните научни трудове, свързано с преследването на евреите по време на войната.

Официалните протоколи по разискванията на Кралската Шведска Академия на науките относно Нобеловата награда са били пазени повече от 50 години, като са били достъпни само за учени, пряко свързани с наукометрични изследвания. Разсекретените наскоро документи, отнасящи се до периода 1945 – 1946 гг. показват, че гореспоменатите четири фактора изиграват основна роля при награждаването на Ото Хан. Тези фактори са имали съществено влияние и при обсъжданията на предложението през 1946 г. Нобеловата награда по физика да бъде присъдена на Лизе Майтнер и на племенника ѝ Ото Фриш. В тази статия накратко се разкриват двете страни на историята, стояща зад Нобеловата награда за ядреното делене: защо само Хан получава наградата и защо последният опит Майтнер и Фриш да бъдат наградени пропада. Важно е да се преразгледа решението за награждаване на Ото Хан не само защото Майтнер и Фриш или Майтнер и Щрасман не са получили заслужената си слава, но защото ролята на физиката е доста пренебрегната, когато колегата на Майтнер е награден, а тя не е. С други думи схващането за откритието и самата му история са доста изопачени с удостоверяването само на Ото Хан с Нобеловата награда по химия.

Нобеловата комисия оценява ядреното делене.

Нобеловата награда по физика се присъжда след тристепенен подбор, включващ последователно комисиите по физика и химия, съответните отдели на академията и най-накрая – заседание на цялата академия. Петчленната комисия оценява само номинирани учени. Всеки член на комисията подготвя доклад за подбрана група кандидати, който се разглежда от цялата комисия. Радиоактивността и радиоактивните елементи дълго време са били разглеждани като теми главно на комисията по химия. До 1945 г. ядреното делене винаги е било оценявано от комисията по химия, въпреки че е било обсъждано и от комисията по физика. Следователно, въпреки че деленето на ядрото е интердисциплинарно откритие, то е било разглеждано само като постижение на химията.

След откриването на ядреното делене Теодор Сведберг, председател на комисията по химия, предлага наградата да се присъди само на Хан или на Хан и Майтнер. Между 1940 и 1943 гг. има няколко международни предложения Хан и

Майтнер да получат наградата по физика, но комисията по физика заявява, че тяхната работа е свързана с химията. По време на войната е нямало международни предложения до комисията по химия, свързани с ядреното делене, но кандидатурата на Хан е останала актуална чрез предложенията, правени всяка година от секретаря на комисията Арне Уестгрен. Има още два доклада, свързани с ядреното делене – на Сведберг през 1941 г. и на Уестгрен през 1942 г. И двамата химици наблягат на един и същ аргумент: работата на Ото Хан е била много важна, докато работата на Майтнер и Фриш не е била толкова важна и ако има теоретичен принос, то тогава заслугата на Бор не е по-малка. Така двамата химици изопачават и омаловажават приноса на Майтнер и Фриш. Те омаловажат и външните фактори по време на откритието: причината Майтнер да напусне колегите си и ефектът на германската антиеврейска политика при публикуването на трудовете им.

Истината е, че експериментът на Фриш се е провеждал независимо и по подобен начин и от други учен, но Фриш има редица предимства. И въпреки всичко, което Сведберг и Уестгрен твърдят в оценките си, теоретичните обяснения на Майтнер и Фриш са били разглеждани от комисията по физика и са предизвикали плодотворни обсъждания. Позовавайки се на тяхната публикация в *Nature*, Бор определя тези “оригинални обяснения” като изходна точка за ядрената теория и, базирайки се на изследванията на Майтнер от 1937 г. за напречното сечение за реакции на неутрони с различна енергия, той предсказва, че U^{235} и U^{238} са изотопи на урана със способност за ядрено делене. Ядреното делене създава нова плодотворна почва за експериментални и теоретични изследвания. През януари 1940 г. Лотс Търнър цитира около 100 публикации за ядреното делене с обем колкото работите на Майтнер, Хан и Щрасман.

През 1944 г. комисията по химия препоръчва Нобеловата награда за химия да се даде на Ото Хан, но академията отхвърля това предложение и вместо това запазва наградата за следващата – 1945 г. Предложението на комисията може и да се е провалило, но на Хан, както и на останалите, е напълно ясно, че той ще я получи следващата година.

Но през 1945 г. членовете на комисията променят решението си и единодушно предлагат присъждането на наградата да се отложи. На срещата на цялата академия през ноември 1945 г. Сведберг и Уестгрен предлагат и тази година награда да не се присъжда и да се изчака оценката за откритието от САЩ и Франция. Резкият обратен завой на Сведберг и Уестгрен очевидно обърква много от членовете на академията, защото при гласуването с малко повече от половината от гласовете се решава наградата да бъде присъдена веднага на Ото Хан. Забележително е, че цялата комисия и всички членове на академията вземат решения напълно противоположни на действията си през 1944 г.

Междувременно през същата 1945 г. Оскар Клайн, професор по теоретична физика в Стокхолмския университет предлага Майтнер и Фриш за Нобеловата награда по физика. Въпреки че специалният доклад на Ерик Хюлтън, член на комисията по физика по предложенията, е бил негативен, решението на комисията е за отлагане. През 1946 г. Майтнер и Фриш са отново номинирани от Клайн, Бор и Егил Хилераас, професор по физика в университета в Осло. Всеки един от тях предлага наградата да се раздели между Майтнер - за теоретичните обяснения, и Хан и Щрасман - за експерименталните изследвания. Те всички наблягат на откритието на Майтнер и Фриш, че при разцепването на ядрото се отделя огромно количество енергия.

Лизе Майтнер е предлагана за награждаване също и от Макс фон Лауе за нейните изследвания на радиоактивността по принцип и най-вече за труда ѝ от 1920 г. за бета- и гама-излъчванията. Имало е и още една възможност за награждаване, което е могло да помогне на Майтнер и Фриш: номинирайки за първи път в качеството си на

нобелов лауреат, Ото Хан, все още живеещ в Англия, е можел да предложи Майтнер за наградата, но той предлага Валтер Боте, професор в университета в Хайделберг, за откриването на метода на съвпаденията.

Хюлтън оценява Майтнер и Фриш.

През 1946 г. оценяването на работите на Майтнер и Фриш отново е ръководено от Хюлтън. Защо комисията е избрала Хюлтън за председател на отдела по експериментална физика в Стокхолмския университет вместо Ивар Уолер, професор по теоретична физика в университета в Упсала? Това може да се обясни само с отношението и състава на комисията. Трима от петимата членове на комисията по физика – Мане Зигбанд, неговият бивш студент Хюлтън и евентуалният му наследник Аксел Линд са представители на школата на Зигбанд, занимаваща се с рентгенова спектроскопия - тема, която доминира в шведската физика до 1920 г. и влияе на изследователската ориентация и на постиженията на шведската университетска физика.

Ролята на специалните доклади в процесите на решаване кой да бъде награден има три аспекта: да ръководи членовете на комисията в техните препоръки, да доказва правотата на комисията пред академията и да представя исторически запис на процеса на решаването. Тези доклади не дават пълна представа как и защо комисията взема даденото решение. Както заявява Робърт Фридман, контекстуалните фактори могат да играят също важна роля. В този случай такъв фактор може да е трудността на преустройството на шведската физика от нейната типична германска ориентация към признаването на предимствата на другите европейски държави в ядрената физика и в науката като цяло. Като важна причина може да се приемат не особено добрите взаимоотношения на Майтнер със Зигбанд, в чийто институт – Нобеловия институт за Експериментална физика - тя работи до пристигането си в Стокхолм. В него тя никога не се е чувствала добре и още през 1946 г. се готви да напусне.

Още повече, че членовете на комисията са били част от малкото шведско физично общество със собствени вътрешни съперничества и финансови интереси и конкуренции. През 1945 - 46 гг. Шведското правителство се опитва бързо да придобие познания в областта и приложенията на ядрената енергия за военни и граждански цели. Зигбанд и Хюлтън били активно включени в тази програма като членове на “държавната атомна комисия”, чието задължение е разпределението на предоставените средства на институтите. Клайн, като най-силен поддръжник на избирането на Майтнер и Фриш, се надява да настани двамата физици в нов институт за ядрени изследвания, който е създал в университета в Стокхолм. Този институт и неговите проучвания представляват истинско предизвикателство за школата на Зигбанд – и като съперник за средства и за престиж.

Докладът на Хюлтън за Майтнер и Фриш не е нито точен, нито изчерпателен. През 1945 г. Хюлтън написва своя доклад на базата на статиите на Хан, Щтрасман и Фриш, публикувани в *Naturwissenschaften* през 1939 г. и на статиите на Майтнер и Фриш, публикувани в *Nature*. Той настоява, че това е единствената достъпна за него информация, очевидно пренебрегвайки големия брой статии, посветени на ядреното разцепване, публикувани във френски, германски, британски и американски списания, които били използвани от Сведберг за неговия доклад през 1941 г. за комисията по химия. Този доклад включва и рецензията на Търнър, публикувана през 1940 г. в полза на теоретичния принос на Майтнер и Фриш.

Докладът на Хюлтън от 1946 г. е по-дълъг (11 страници, вместо 3) и освен оригиналните статии от 1939 г., ползва и статията на Бор и Уилър във *Physical Review*. Но той не обръща внимание на официалния доклад на Хенри Смит за проекта "Манхатън" - “Атомната енергия за мирни цели”, който е приет от целия свят с голям интерес при появата си през 1945 г. Хюлтън не обръща внимание и на доклада на

Британското правителство за проекта на атомната бомба, издаден малко след атомните бомбардировки над Хирошима и Нагазаки. И двата доклада изтъкват важността на работите на Майтнер и Фриш. Всяка една от тези публикации е била известна в Швеция през 1946 г., когато комисията по физика се заема с оценяването на приноса на Майтнер и Фриш. Странно защо единственият труд, на който се позовава Хюлтън е ръководството по ядрена физика, написано през 1942 г. от Ърнест Поланд и Уилям Дейвидсън за студенти нефизици – пасажът, цитиран от Хюлтън е доста неточна оценка за съобщението на Бор в САЩ за ядреното разцепване. На тези недостатъчни проучвания Хюлтън базира своите аргументи срещу награждаването на Майтнер и Фриш. И двата пъти докладите на Хюлтън са повлияни от пристрастието му към експерименталната физика.

Първо, той твърди, че физичната демонстрация на ядреното разцепване, направено от Фриш, е подпомогнато от много физици, занимаващи се с експериментална физика. Като доказателство Хюлтън представя объркана и погрешна хронология на експериментите на Фриш, Майтнер и Фриш, Фредерик Жолио, Уилбалд Янчке, Фридрих Пракл, Роберт Фаулър и Ричард Додсон. Хюлтън противоречиво използва дати от представените доклади и факти от публикации и по този начин дава предимство на Жолио, чиито експерименти са направени след тези на Фриш, но са публикувани по-рано. Никъде Хюлтън не признава напълно, че Фриш наистина е бил първи, въпреки че в публикациите на Бор и Търнър Фриш е посочен за първи и Жолио не го е оспорил.

Второ, Хюлтън оспорва работите на Майтнер и Фриш да повлияват на първоначалното откритие на ядреното делене или на многото експериментални изследвания, проведени след това. Според него ако хипотезата на Майтнер и Фриш за деленето е вдъхновила толкова физиците, занимаващи се с експериментална физика, те би трябвало да имат принос и в много други направления, защото, когато става дума за теоретични трудове, трябва да се спазва “непоклатимата традиция” на Нобеловите награди – тези трудове да играят ролята на инспириращи за “приоритетни експерименти”. Тук Хюлтън привежда доста несигурен аргумент, защото тази “непоколебима традиция” се е спазвала само в ранните години при присъждането на Нобеловите награди, когато мнозинството от комисията, учени, занимаващи се с експериментална физика, допускат теоретични трудове само ако са имали принос при експериментални открития. Хюлтън игнорира награждаването на физици, занимаващи се с теоретична физика по време на първата световна война като Планк, Айнщайн, Шрьодингер, Дирак и Хайзенберг, или по-късно наградения (1945 г.) Волфганг Паули. Тази негова гледна точка напълно пренебрегва полезното взаимодействие между теория и експеримент, с която се характеризират изследванията на физиката на ядреното делене.

Номиниралите Майтнер и Фриш наблягат по различен начин на две значими следствия от трудовете им – изчисляването на енергията по време на деленето, и първото обяснение на механизма на този процес. Хюлтън отхвърля важността на техните трудове като основа на енергийните изчисления, аргументирайки се с това, че то е можело да бъде направено и само на основата на наличните данни за дефекта на масите, без да се прибегва до ядрения модел. Хюлтън не отрича, че Майтнер и Фриш показват усет за процеса на делене. Те разбират, че “грешните” трансуранови елементи са продукти на деленето, докато U^{239} е предшественик на истинските трансуранови елементи с атомни номера 93 и 94. Той признава също, че физичните измервания на напречните сечения на неутронните реакции, направени и описани от Майтнер, Фриш, Хан и Щрасман през 1938 и 1939 г., са съществени за квантовата теория на процеса на разцепването. Но споменава, че Майтнер и Фриш са били далеч от пълното разбиране

на различията между процесите на разцепване и на поглъщане и че това различие има огромно значение за по-нататъшното развитие на процеса на енергоотделяне, което не е разгледано задоволително от тях. Чак след месец Бор и Уолер разглеждат и изтъкват тази разлика. Обобщавайки, Хюлтън пише, че Бор предполага, че U^{235} е изотоп на урана, получен чрез делене, и е експериментално доказателство на твърдението на Алфред Ниер, Еужен Бот, Джон Дининг и Аристидевон Грос. Заключениеето на Хюлтън е, че въпреки че Бор дължи идеята за своята теория на Майтнер и Фриш, Бор е този, който трябва да бъде предложен за Нобелова награда.

Хюлтън успява да накъса работата на Майтнер и Фриш на малки части и да разгледа всяка от тях поотделно. Той е толкова погълнат от своите аргументи, че не успява да види цялата картина: Майтнер и Фриш поотделно и заедно участват във всички аспекти на откритието на ядреното делене. Майтнер има решаващо участие в дългите проучвания, довели до това откритие, Фриш се е погрижил за физичното доказване на явлението. Най-накрая те публикуват забележително ясни и изчерпателни теоретични обяснения, които от една страна включват капковидния модел на ядрото, повърхностното напрежение, предизвикващо процеса, обяснението със сбърканите трансуранови елементи, изясняването на U^{239} като предшественик на елемента с атомен номер 93. Никои други учени не разглеждат всичко това заедно. Майтнер и Фриш са първи.

Хюлтън завършва своя доклад, позовавайки се на правилника на Нобеловата фондация. Наградата трябва да се даде на личност, чието откритие или постижение е най-важното за момента, независимо дали този човек е бил награждаван преди това. В сегашния случай този човек е Бор, завършва Хюлтън, но тъй като не е номиниран, никой друг не може да получи тази награда.

На своето заседание през септември 1946 г. Нобеловата комисия по физика възприема гледната точка на Хюлтън, въпреки че официалната позиция не е била споделяна от всичките ѝ членове. След това комисията предлага П. Бриджман от Харвард да бъде награден за физика през 1946 г. “за апарат, който произвежда огромно налягане, и за откритията, които той прави в областта на физиката на високите налягания” – избор без съмнение по-естествен за членовете на комисията, занимаващи се с експериментална физика.

Епилог.

Въпреки че Бор предлага Майтнер и Фриш за Нобеловата награда по химия за 1947 г., Майтнер вече е знаела, че съдбата на нейното награждаване е решена. В деня на присъждането на наградата по физика за 1946 г. на Бриджман, тя пише на Хан: “Шансът, че мога да ти стана нобелов колега е най-накрая решен. Ако се интересуваш мога да ти кажа и нещо повече”. Ние не знаем дали Хан се е поинтересувал и може би никога няма да научим какво е знаела Майтнер повече по този въпрос.

50 години по-късно имаме документите по тези решения. Става ясно, че Лизе Майтнер не получава Нобеловата награда за химия за 1946 г., защото съставът на Нобеловата комисия е бил предубеден в оценката на интердисциплинарите работи, защото нейните членове не са могли или не са искали да съдят за нейния принос честно и защото през войната шведските учени са се основавали на своите ограничени експериментални изследвания. Изключването на Майтнер от награждаването може да бъде обобщено като смесване на дисциплинни интереси, политическа тъпота, игнориране и прибързаност. Самостоятелното награждаване на Ото Хан е било в много отношения безотговорно решение. Впоследствие то изолира физиката от откриването на ядреното делене. Изглежда, че оценяването на работата на Майтнер и Фриш е било разделено прекалено бързо и оценено нечестно, може би отчасти и заради съперничеството между самите членове на шведската комисия по физика.

Нобеловата награда е признанието, което предизвиква най-голям интерес в научните кръгове и всред широката публика. И след като наградата е била присъдена на Хан след първото използване на атомната бомба, тя е предизвикала сензация. Хан, който не е фашист, ученият, който е открил атомното делене, но никога не е работил върху бомбата, става публична фигура с огромна известност в следвоенна Германия. И той използва своя необичаен престиж за възстановяване на науката в страната.

Заради откритието на атомното делене Щрасман остава постоянно в сянката на Хан, а Майтнер скоро излиза от сферата на публичния интерес. По същото време влиятелни германски учени открито заявяват, че ако Майтнер бе останала в Берлин, тя би попречила на Хан да открие ядреното делене.

Дали Майтнер заслужава Нобелова награда или не, може да се дискутира, но със сигурност не е заслужила онова, което е получила: опетняване на репутацията ѝ като учен по време на оценяването на работите ѝ за получаване на Нобеловата награда, за която тя никога не е претендирала. Но нищо от това не озлобява Майтнер. Тя почти не се оплаква и прощава голямата несправедливост.

Превод от английски: Йорданка Колева,
ученичка от I-ва Английска езикова гимназия, София.

Редакция и съкращения: Н. Ахабабян

Медал на Европейското Физическо дружество на името на Лизе Майтнер за приноси в ядрената физика.

Първите носители на тази награда са: проф. Петер Армбрустер и проф. Готфрид Мюнзенберг от Немския Ускорителен Център, Дартсщадт, Германия и проф. Юрий Оганесян от Лабораторията за Ядрени Реакции на ОИЯИ, Дубна, Русия.

Наградата е присъдена за дълговременна активна и целенасочена научноизследователска дейност за синтезиране на новите свръхтежки трансуранови елементи с атомни номера Z от 102 до 109. Успехът е постигнат чрез систематични усилия за развитие на експерименталната техника и физиката на “студен” ядрен синтез на ускорени тежки ядра. Тези открития представляват крайъгълен камък в концепцията за деформираните ядрени слоеве, които гарантират стабилността на новооткритите атомни ядра. От своя страна постигнатите резултати създават основа за нова експериментална активност при търсенето на нови ядра в областта $Z = 108 - 118$. (По подробно виж. “Светът на физиката”, кн. 3 и кн. 4 – 2001 г.)

НЕИЗПРАТЕНО ПИСМО НА НИЛС БОР ДО ВЕРНЕР ХАЙЗЕНБЕРГ ПО ПОВОД СРЕЩАТА ИМ В КОПЕНХАГЕН ПРЕЗ 1941 г.

26.03.1962 г.

Драги Хайзенберг.

Отдавна се каня да ти пиша във връзка с един въпрос, който непрестанно ми се задава от много и най-различни кръгове. Става дума за посещението, което вие с Вайцекер направихте в Копенхаген през есента на 1941 г. Както знаеш от нашите разговори през първите години след войната, нашите впечатления относно това, което се случи по време на това посещение, се различават извънредно много от думите ти, цитирани в книгата на Юнг.* Конкретният повод да ти пиша е това, че в Англия цялостният въпрос за осъществяваните по време на войната изследвания върху атомната енергия стана предмет на изчерпателни проучвания, основани върху правителствени архиви, включващи материали на разузнаването. В тази връзка с мен бяха водени продължителни разговори относно моето участие в тези изследвания, като също бяха повдигнати въпроси относно вашето посещение през 1941 г. Поради това сметнах, че ще бъде най-добре, ако се опитам да ти представя по възможно най-точния начин как ние тук възприехме това ваше посещение.

Макар да разбяхме, че във вашето посещение имаше желание да видите с очите си как ние в Копенхаген се справяме в опасното положение на немската окупация и евентуално да ни помогнете с някои съвети, вие трябва заедно с това да сте се досетили, че то постави нас, живеещите само с надеждата за победа над германския нацизъм, в твърде трудното положение да се срещаме и разговаряме с хора като теб и Вайцекер, изразяващи определена убеденост в германската победа и доверие в онова, което тя би донесла. Ние, естествено, разбираме, че за вас може да е много трудно да си спомняте как сте разсъждавали и как сте се изразявали в различните етапи на войната, а така също как постепенно възгледите ви са се изменяли, така че убедеността в победата на Германия все повече е отслабвала и накрая е завършила с увереност в нейното поражение.

Все пак в мислите си аз особено често се връщам към нашия разговор в моя кабинет в Института, когато поради повдигнатия от теб въпрос аз внимателно запечатвах в паметта си всяка изречена дума. На мен ми направи особено силно впечатление това, че още от самото начало ти изрази увереност, че ако войната продължи достатъчно дълго, то нейният изход ще се реши от атомните оръжия. По онова време аз няхах никаква представа за всичките тези подготвителни работи, извършвани в Англия и Америка. Ти добави, когато аз вероятно съм проявил съмнения, че трябва да разбера, че през последните години ти си се занимавал почти изцяло с този въпрос и не се съмняваш във възможността за неговото решаване. Поради това за мен остава напълно неразбираемо твоето убеждение, че си ми намекнал за това как немските физици биха направили всичко възможно, за да предотвратят подобно приложение на атомната физика. По време на разговора, който беше твърде кратък, аз естествено бях много предпазлив, но въпреки това размислях извънредно задълбочено върху неговото съдържание и моята тревога не се намали, когато някои хора от Института ми предадоха думите на Вайцекер, че за положението на науката в Германия след войната би било особено благоприятно това, че ти си допринесъл толкова съществено за постигането на този резултат.

В писмото си до Юнг ти също споменаваш за посещенията на Йенсен в Копенхаген през 1943 г. по време на неговите пътувания до Норвегия, за да подпомогне работата по увеличаване производството на тежка вода. Вярно е, че пред нас Йенсен подчертано твърдеше, че тази работа има за цел единствено да се произвежда енергия за промишлени цели, но макар ние всички да бяхме склонни да вярваме в искреността му, никак не бяхме сигурни доколко той самият е наясно с цялостните работи в Германия. През онези години от Германия често идваха съобщения за нови и решаващи оръжия. На срещите си с Йенсен аз бях също така извънредно предпазлив поради непрестанно усиливащите се наблюдения на германската полиция.

Когато пред заплахата от арест трябваше да избягам през есента на 1943 г. в Швеция, а оттам да отида в Англия, аз научих за пръв път за вече твърде напредналия американско-английски атомен проект. Въпросът докъде е стигнала Германия живо интересуваше не само физиците, но и правителствата и разузнаванията, така че бях въввлечен в разискванията около него. Разказах всичките си преживявания в Копенхаген и във връзка с това беше повдигнат въпросът относно пълномощията, които може да са ти били дадени от германското правителство, за да засягаш тази опасна тема, имаща толкова големи политически последици, пред някой, който е гражданин на окупирана и враждебно настроена държава. Обаче, така или иначе, тези обсъждания не бяха от решаващо значение, тъй като от докладите на разузнаването още тогава беше съвсем ясно, че преди завършването на войната не съществуваше възможност подобен грандиозен проект да се осъществи в Германия.

Пиша така пространно, за да ти изложа тази история възможно най-ясно, като се надявам, че при възможност ще можем с подробности да обсъдим всичко. (...)
Превод от английски: М. Бушев

* Robert Yungk, *Brighter than a thousand suns*, New York, 1958 (преведена и на руски: Р. Юнг, *Ярче тысячи солнц*, М., 1961). Там в гл. 6 “*Стратегия на предупреждаването (1939-1942)*” е цитирано писмото до Р. Юнг, в което Хайзенберг описва това посещение така, както той си го е спомнял (вж. руския превод, с. 92-94). - Бел. прев.

НАПРЕД, НАУКАТА Е СЛЪНЦЕ

Иван Марков*



Едва ли някому е дошло наум да отбележи, че през този съдбоносен за човечеството месец септември се навършиха 2552 години от рождението на Учителя Кун, известен повече с латинизираното си име Конфуций. Защо припомням този факт? Защото по времето, когато Конфуций е изрекъл прочутата си фраза: “Не прави на другите това, което не желаш на теб да ти правят”, Гай Юлий Цезар още не е бил роден, нито написал книгата ”Галската война”, в която заявява, че германските племена никога няма да бъдат достатъчно цивилизовани, за да станат римски граждани. Да не говорим, че етонимът “българин” тогава едва ли е съществувал. За конфуцианството са изписани тонове хартия, но все пак си струва да припомним една от основните му тези: “Всеки човек има право на образование”. Така още преди две и половина хилядолетия е била изказана мисълта, първо, че, човекът има своите, човешки, права и, второ, че едно от тях е правото на образование. По-нататък Конфуций развива идеите за справедливо и хуманно общество (далече преди Европейския ренесанс и енциклопедистите) и особено тезата за доброто и морално правителство, която на нас, днешните българи, ни е особено близка и ни връща буквално към вчерашния ни ден ...

Но това е отделна тема.

Известно е, че когато един орган не работи, той закърнява. По същия начин всеки университетски преподавател, който не провежда активно научни изследвания няколко години, не е повече нито учен, нито преподавател. Ще поясня. Научноизследователската и преподавателската дейност са неразделно свързани и връзката между тях е много проста. Първо, защото университетският професор трябва да научи студентите на основните понятия и представи в дадената област на науката, второ, да ги запознае с последните постижения в нея, и най-накрая - да ги научи да мислят самостоятелно, да поставят и решават научни проблеми. Но за да може да направи всичко това, самият той трябва да провежда активно научни изследвания заедно с по-будните си студенти. Тъй като различните степени на образование са взаимно свързани, новите, придобити в университетите знания тръгват надолу по веригата. В резултат всяко следващо поколение студенти влиза в университета по-образовано от предишното. Един пример: преди около 20 години квантова механика се учеше само в Университета. Днес основите на квантовата механика се учат в гимназията. Иначе казано:

Занемаряването на научните изследвания разрушава образователната система, и обратно.

При това не е задължително едни и същи учени да преподават и провеждат научни изследвания, както това се прави в университетите. Достатъчно е съществуването на специализирани институти и лаборатории за провеждане на чисто изследователска дейност, каквато е Българската академия на науките. Да си припомним Националните лаборатории в САЩ (Лос Аламос, Сандиа, Ливърмор, Еймс, Аргон), а също и в Западна Европа (Институтите “Макс Планк” в Германия, Националният център за научни изследвания във Франция). Тук аз няма да се спирам на въпроса, който напоследък се коментира сред научната общественост у нас: необходима ли е на България академия на науките? Ще спомена само, че в частен разговор бивш министър на образованието

от близкото минало изказа пред мен аргумента, че Българската академия на науките е социалистическа (?) организация.

Така постепенно опираме до темата за науката и нейното финансиране в България. Тук за съжаление числата са неизбежни и с риск да отегча читателя ще приведа някои от тях. Да започнем от числото 800 хиляди лева, предвидени за научни изследвания, и от обстоятелството, че до края на 2000 г. Министерството на финансите на Република България беше отпуснало едва половината. Веднага трябва да уточня, че става дума само за средствата, предвидени за химикали, апаратура, консумативи - без тия за заплати, поддържане на сгради, лаборатории, ток, вода и т.н. И да подчертая, че две трети от тази сума са предназначени за финансиране на договори за научни изследвания, приети на проведени през 1998 и 1999 гг. конкурси. Останалите около 120-130 хиляди - за финансиране на нови договори във всички области на науката, които са общо 10 на брой. С други думи, всяко направление на науката в България получава средно около 12-13 хил. лева на година. За да бъдем наясно, трябва да кажем, че въпросните 12 или 13 хил. лева са за всички учени в дадена област на науката (например физика) в България - и от Софийския университет "Св. Климент Охридски" и от Българска академия на науките, и от Пловдивския университет "Паисий Хилендарски" и т.н. Същевременно според инструкция на Министерството на образованието и науката (МОН) не може да се дават по-малко от 1000 лева на договор годишно, което означава, че не повече от 12-13 договора от подадените около 150 проекта в областта на химията например ще бъдат одобрени и финансирани. При условие разбира се, че 1000 лева годишно се смятат за финансиране. За любознателния читател ще бъде може би интересно да узнае, че за одобрените през 2000 г. договори (година и половина след подаване на предложенията и година след одобряването им) все още не е постъпил нито лев.

Да си зададем въпроса какво са 1000 лв. в науката. За илюстрация ще пресметнем колко ще изхарчи един биохимик или биолог, ако рече да приготви воден разтвор от обикновена готварска сол (кръвта е солена). Разбира се, кило сол той може да си купи и от бакалията за жълти стотинки. Само че такава сол не му върши работа. За целите на молекулярната биология нашият учен трябва да купи сол от фирмата *Merck*, която му излиза около 60 германски марки за килограм. А ако провежда по-прецизни експерименти, за същото количество свръхчиста сол, така наречената *Suprapur*, ще трябва да даде 800 лева. Това повече от десетократно увеличение на цената не се дължи на вродената омраза на западните капиталисти към човечеството. Просто природата не обича чистите вещества и пречистването е изключително скъп и трудоемък процес. Или:

1000 лева за научни изследвания по един съвременен проект в естествените науки се равнява грубо на сумата, която едно семейство ще даде за кило сол в бакалията. Тъй че съвременните изследвания например в областта на химията или на фармацията, са скъпо удоволствие. И още нещо. За да провеждате научни изследвания, а не да откривате грънчарското колело, ще ви е необходима информация за това какво правят другите, т.е. ще ви трябва научни списания и книги. Влезте в която и да е университетска или академична библиотека. Ще видите празни лавици, или по-скоро потънали в прах списания с десетгодишна давност. Да, ама, ще кажете вие, защо да се охарчваме за толкова скъпи научни изследвания, като можем да си купим готовите лекарства или електроника от чужбина. Добре, засега да приемем, че е така.

Но нека първо видим каква част от brutния вътрешен продукт (БВП) на страната представляват отпусканите за наука средства. Хора от най-висшите етажи на властта ми казаха, че тази част е около 0,19 % - едно число, което общо взето не ни говори нищо по две причини. Първата е, че никой не знае с точност колко е БВП. Не че няма

статистически справочници. Има, но кой може да каже каква част от БВП се формира например от сивата икономика. Пък и колко може да се вярва на справочника, за който често се обработват неверни данни и ни се поднасят приятни за четене неща. Разбира се, веднага бихме могли да сравним това число със съответните данни за други държави, били те в преход или не, или с данни за България, но от други времена. Във всички случаи обаче ще остава известно съмнение. Затова най-общо можем да кажем, че тези 0,19 % говорят по-скоро за тенденции (или добри намерения), отколкото за реалното състояние на проблема. А и не е ясно какво влиза в тях: научните изследвания (със или без заплати), висшето образование или и двете.

В доклад, посветен на финансирането на науката в Централна и Източна Европа, изнесен на научен форум на НАТО в Дрезден в края на 2000 г. и спонсориран от най-реномираното в света научно списание *Nature* (там публикуват трудовете си обикновено кандидати за Нобелови награди), се споменават числата 0,76, 0,73 и 1,18 % от БВП, отделяни съответно за фундаментални научни изследвания в Полша, Унгария и Чешката република. Не само процентите, но и БВП на тези страни са по-големи от тези на България. Тя (България) не се споменава никъде в този доклад. Ако вземем официалните данни за БВП и населението на съответните страни, ще получим 17, 24 и 32 долара годишно на глава от населението на Полша, Унгария и Чешката република, срещу жалките 2,5 долара (или 5 лева) за България, т.е. средно 10 пъти по-малко.

За сравнение в Статистическия справочник на България от 1989 г. на с. 154 четем, че относителният дял на разходите за развитие на науката от националния доход нарастват с 2,3 % през 1980 г. до 3,5 % през 1988 г. (Пак за сравнение ще спомена, че в Статистическия справочник за 2000 г. такива данни няма). Колко е вярно това и какво влиза в тези проценти, не е ясно, но ако е вярно, излиза, че комунистическият режим е отделял относително 20 пъти повече за наука, отколкото днешните политици демократи. Това е лесно обяснимо, като се има предвид надпреварата във въоръжаването по време на студената война, както и в космическите изследвания, от идеологически съображения. И днес разработването на оръжия от нови поколения, особено след уроците на Войната в Залива, води до сериозно финансиране на природните науки в Русия въпреки икономическите проблеми на страната.

Нека сега сравним положението у нас с това в азиатските тигри Япония, Южна Корея и Тайван, които очевидно не са страни в преход. Да си припомним, че през 1945 г. първата беше срината в резултат на войната, а другите две дотогава бяха японски колонии, произвеждащи селскостопански продукти за метрополията. (Южна Корея изкара допълнително и една 4-годишна война, в която загуби 1,3 милиона души). Няма да споменавам Сингапур и Хонконг, които бяха бивши британски колонии. В списание *Science* от 15 октомври 1993 г. е направено сравнително проучване на финансирането и развитието на научните изследвания в периода от 1975 г. до 1990 г. в източноазиатските страни на фона на Съединените щати за същия период. Докато в Съединените щати разходите за наука остават приблизително постоянни - около 140 хиляди долара на един учен за година, то разходите на Япония се удвояват - от 70 до 120 хиляди долара. Същата тенденция се наблюдава и в Южна Корея, само че в по-малък мащаб - от 30 до 70 хиляди долара. В тези числа влизат не само средствата за апаратура, консумативи, книги, но и заплатите на учените, сервизната дейност, и т.н. В Тайван резкият скок във финансирането на науката започва по-късно, през 1985 г., като съвпада с началото на масовото производство на компютри. С други думи разходите само за научни изследвания в тези страни се удвояват за около 15 години. Това са данни от 1993 г. Ако съдим по качеството на продукцията на високите технологии в тези страни, тенденцията се е запазила, от което следва, че азиатските тигри вече догонват или дори са надминали Съединените щати по инвестиции в науката.

Но има една още по-интересна тенденция. Огромен брой източноазиатски студенти завършват висшето си образование и изработват своите докторски дисертации в Съединените щати. Голяма част от тях остават там да работят и живеят. През последните две десетилетия на 20-ти век тенденцията е обратната. Студентите се завръщат в родните си страни след защитата на дисертациите си или след още няколко години постдокторска специализация. Още по-интересно е, че се завръщат и заминалите преди 20-30 години учени, които отдавна са придобили световна известност. Така например през 1993 г. Нобеловият лауреат по химия Юан-це Лий напусна лабораторията си в Университета в Бъркли в Калифорния, за да оглави Академия Синика в Тайван с годишен бюджет 125 милиона щатски долара и 1400 учени. В качеството си на национална институция Академия Синика е на пряко подчинение на президента на републиката (също както въоръжените сили на страната), а президентът на академията прочита годишния отчет на академията (т.е. отчита вложените инвестиции) пред парламента на страната. Така че годишният отчет на академията съвсем не е на хартия, която никой не си дава труд да прочете. Но най-интересното е, че се наблюдава ясна зависимост между броя на завръщащите се студенти и на инвестициите в науката. Тоест:

С увеличаването на инвестициите в науката намалява изтичането на мозъци.

А сега нека само за миг се пренесем в сферата на научната фантастика и пресметнем каква би трябвало да бъде приходната част в бюджета на Българската академия на науките, ако тя се финансираше както в САЩ. Според отчетния доклад на БАН за 2000 г. от общо 8271 души персонал броят на учените и специалистите с висше образование е 5809. Или БАН трябва да получи 813 милиона долара, което е 2 милиарда лева годишно, ако иска българският учен да работи също толкова продуктивно, колкото американския. За сметка на това субсидията от Републиканския бюджет за 2000 г. е около 40 милиона лева, т.е. приблизително 50 пъти по-малко. Една подробност: горната сума отива изключително за поддържане на сградите, за заплати, ток, вода и т.н. Нито един лев, нито една стотинка не се предвижда пряко за наука. Ще попитате защо тогава се плащат заплати на хора, които нямат пари, за да работят? Отговорът е прост. Първо, те не получават заплати, а мизерни стотинки и, второ, колкото и да е странно, продължават да работят - и то на учудващо високо равнище. Ще възразите, че не е правилно да се сравняваме с най-богатата страна в света. А с кого да се сравняваме в науката, с Бурунди ли? Няма първокласна и второкласна наука. Или правиш наука, или - домашни упражнения за студенти.

Но най-смешното в цялата история не са жълтите стотинки, които се отделят за научни изследвания, а начинът, по който се разпределят. А те се разпределят по социалистически, по равно, на калпак. Разделили сме науката на 10 направления - делим сумата на 10, по равно, да няма обидени. А това, че при рецензирането на проектите например долната граница на финансиране на направление химия е 100 точки, а в биологията - 80, при еднаква система на точкуване (максимумът е 120 точки), няма значение. Не е вярно. Има значение. Защото значи, че един добър проект в химията не е бил финансиран, а парите са отишли за финансирането на значително по-слаб проект в областта на биологията. Парите също имат коефициент на полезно действие. Това е ефективността, с която ще бъдат изхарчени. В цитирания по-горе случай те са били вложени в проект с по-ниска ефективност. Сиреч, направена е лоша инвестиция. Съвсем друга обаче щеше да бъде работата, ако в Републиканския бюджет бе заложена например сумата от 20 милиона лева пряко за научноизследователска работа, без да се предоставя тя на МОН и чиновниците и пак да се харчи за дърва на някое закъсало селско училище през зимата. И традиционно силните в България

направления на науката (химия, биология, информатика) да имат предимство при разпределението (докато са силни и другите не ги догонят). И по-добрите проекти в тях да се финансират сериозно, а не на ужим. И накрая, след приключване на договора отчетът да се рецензира, да се види дали инвестицията е била добра. И ако не е била добра, въпросният учен да получи следващия път жълти стотинки. С други думи казано:

В условия на пазарна икономика трябва да има пазар и в науката.

Защо повдигам въпроса за финансирането на научните изследвания? Защото е равнозначен на въпроса важна ли е науката. Кой според вас прави анализ на въздуха над Русе? Кметът ли? Кой прави сеизмична карта на България и определя нормите на безопасно строителство? Министърът ли? Кой създава нови лекарства? Едва ли началникът на здравноосигурителната каса. Мога да задам хиляди такива на пръв поглед глупави въпроси и отговорът е един:

Обществото в лицето на избраните от него държавни мъже не си дава сметка за това, каква огромна роля в неговия живот играят учените.

Тук искам да разсея една заблуда. Не си мислете, че всички блага на науката и техниката са дело само на японски, немски или американски учени. Мога да ви уверя, че във всяко едно от тях има или поне една сива клетка, или поне един бял косъм от оплешивялата глава на някой зле платен български физик, химик, биолог или математик.

Преди години един от тайванските президенти изказа мнението, че възстановяването на една страна от разрухата трябва да започне с масирано инвестиране в образование и наука. Това очевидно е било азбучна истина и за дядовците ни, които през турско, за около 20 години покриха българските земи с мрежа от училища и изпратиха стотици младежи да се учат в чужбина. Обърнете внимание - на техни собствени разноски. Тоест нашите дядовци не са чакали от Негово величество султана, а са си бръкнали в собствените джобове. И не само за родните си деца - събирали са пари в общините и са изпращали да се учат на общински разноски побудните, но по-бедни българчета. Впрочем колцина знаят, че българите в Македония преди Балканската война през 1912 г. са искали, в рамките на Турската империя, да основат български университет в Солун?

Преди заминаването си за Антарктида в интервю за сутрешния блок на Нова телевизия ректорът на Софийския университет проф. Боян Биолчев съобщи, че обучението на един студент струва на държавата между 5 и 7 хиляди лева. Да приемем средното число от 3000 щатски долара. Неотдавна по новините на БНТ беше съобщено, че по предварителни данни от проведеното преброяване населението на България е по-малко от 8 милиона. Преди "голямата екскурзия" през лятото на 1989 г. България гонеше 9 млн. Не ѝ достигаша по-малко от 10 000 души. С други думи, за последните десетина години населението ни е намаляло с 1 милион. И това е постоянен процес, който продължава и сега. Преди около половин година пак по централните новини на БНТ демографският институт съобщи, че през 1999 г. населението на България е намаляло със 100 000 души. Основната част от този милион - знаем го - се дължи на емиграцията, при това в мнозинството си на млади и образовани хора. Да приемем - като долна граница - че само 50 % от тях са с висше образование. Умножете 500 000 по 3000 и ще разберете, че

България е "спонсорира" Западна Европа и Америка с минимум 1,5 милиарда щатски долара.

Прибавете към тази сума средствата за изхранването, обличането и отглеждането на тези мозъци до получаването на заветната диплома. И накрая добавете разликата между съзидателния човешки мозък и агнешкия мозък пане. Ще излезе, че България

неколкократно е изплатила многомилиардния си дълг. Но да оставим дълга настрана. С какво ще влезем през 2006 г. (ако е рекъл Господ) в Европа? С няколко милиона оглупели старци, стотина хиляди мутри и с двеста-триста държавни мъже ли?

Сега да видим как българските държавни мъже управляват човешките ресурси и по-специално сивото вещество на нацията. Западноевропейските страни могат с лекота да си купят мозъци. И ще ги купят от слаборазвитите страни, където тези мозъци не могат да се реализират, т.е. от нас. За да стане ясно, ще повторя: най-кадърните млади българи, които все още са в България по някаква случайност, ще я напуснат. А масовото изтичане на мозъци е най-страшното, което може да се случи на един народ, особено ако този народ е народ в преход. Защото то - изтичането на мозъци - е необратимо. Ако попитате един политик какво мисли по въпроса, той ще ви отговори, че няма нищо страшно. Ще се опита да ви убеди, че това е дори от полза за България. Те, видите ли, ще научат в цивилизованите страни нови неща и ще се върнат, за да ги приложат тук, в България. (Чувал съм такива аргументи от министър-председатели). Не се самозалъгвайте. Те няма да се върнат, няма да изоставят добрите си доходи, престижното си положение в обществото, семействата си. А ако се върнат, то ще е след като се пенсионират. Какъв ще бъде резултатът от това ли? Отговорът ще намерите лесно в статистическите справочници, особено в демографската им част. А ако е параноик, човек може и да си помисли, че изтичането на мозъци от България се стимулира поради това, че безмозъчното население винаги по-лесно се манипулира.

Ще отворя една скоба за новите членове на парламентарната комисия за образование и наука. Не е необходимо да си титан на мисълта, за да разбереш простата истина, че най-скъпото нещо в съвременния свят е човешкият мозък, въплътен във високи технологии и нови материали. Високите технологии не са нито трудоемки, нито енергоемки. Те са мозъкоемки. Затова във века на високите технологии да пестиш от наука и образование и с това да прогонваш от страната умните и кадърните е престъпление. Спомнете си защо беше построена Берлинската стена. За да не бягат работниците и селяните ли? Нищо подобно. За да не бягат лекарите, инженерите и учените.

Берлинската стена е вече история, падна и Шенгенската. Всеки може да търси хляба и щастието си, където пожелае. Но основният проблем е друг. Българските учени, тези, които работят в българските университети, в Българската академия на науките, не работят пълноценно вече повече от 5 години. След още 5 години по-възрастните ще се пенсионират, а по-младите и кадърните ще си намерят работа на Запад. И в един прекрасен ден ще се окаже, че няма да има кой да чете лекции на студентите. Цялата създадена за повече от 100 години образователна инфраструктура на държавата ще рухне необратимо.

Не се безпокойте обаче. Пак ще има Министерство на образованието, пълно със забързани чиновници, пак ще имаме най-много университети на глава от населението. А и все ще се намери кой да чете лекции на студентите. Млади асистентчета, неуспели да се уредят в чужбина поради некадърност, но с мерак да станат професори, все ще се намерят. Но достолепни ерудирани професори, за които да си спомнят поколения студенти, не се създават за 5 години. Кой български инженер не е чувал за професор Брадистиллов? Трябват десетилетия, за да се запълни празнината между поколенията, създадена за по-малко от 10 години. По време на Университетската криза през 1907 г. (Университетът е затворен и всички професори са уволнени след освиркването на княз Фердинанд от студентите при откриване на Народния театър) Българското книжовно дружество (бъдещата Българска академия на науките) изпраща отворено писмо до княза, в което пише: "Ваше Царско Височество, като човек на науката ще признаете, че системата на човешките знания е изградена върху приемствеността, че прогресът на

човечеството, тясно свързан с опознаване на законите на мъртвата природа и тяхното приспособяване към нуждите на хората, е възможен само там, дето новите поколения градят върху създаденото от по-старите”.

Нека сега да се опитаме да си представим, как би изглеждала една държава с рухнала образователна система. Много е просто. Всички български държавни мъже са единомислещи, че пътят към приобщаването на ромското малцинство към българския народ минава през образованието. Е,

10-20 години след рухването на образователната инфраструктура българският народ ще се приобщи към ромското малцинство.

Всъщност, като се вглеждам внимателно наоколо, като гледам новините по Българската национална телевизия и особено като чета всекидневниците с най-голям тираж, имам чувството, че ромизацията на българския народ вече е започнала.

Предельно ясно ми е, че държавните мъже трябва да се погрижат и за пенсионерите, и за сирачетата, и за войничетата, и за полицията. Сиреч държавните мъже трябва да определят приоритетите. Държавните мъже обаче трябва да разберат, че нито пенсионерите, нито сирачетата, нито войничетата, нито полицаите дърпат държавата напред. Така че ако не искат утре държавните ни мъже румънски химици да им правят анализ за цианид в Дунава, нека бръкнат някъде из тайните сметки на бюджета за минимум 20 млн. лева за фонд “Научни изследвания” (като начало), както преди година се “намериха” 47 млн. лева допълнително за полицията. И да не ги разпределят по равно, защото това означава да изхвърлят на боклука поне половината.

И един последен въпрос. Знаете ли как придобива квалификацията си един български професор, когото канят за консултант в “Хитачи” или пък да чете курсове лекции в най-престижните университети по света? С работа. С дългогодишна научноизследователска работа. И мога да ви уверя, че тази работа е най-мръсната и неблагодарната, но и най-възвущащата, която познавам. Защото човек я върши и когато спи. Няма миг почивка. Няма събота, няма неделя. И получава за тази работа 350 лева месечно в БАН срещу 4 до 8 хиляди долара на колегите си на същото ниво по света. (И катаджиите дори не го глобяват, като разберат, че е професор). И забележете, българският професор не отива да скандира пред Президентството, за да му повишат заплатата. Той иска пари, за да може да прави наука и да учи качествено нашите деца, които да изтеглят каруцата от калта. Защото тази работа може да се свърши само от учени хора, при това тук, в България, при това от българи.

Няма идеални правителства, няма и идеален бюджет. Всеки може да сгреши в приоритетите, когато го притиснат обстоятелствата. А може да сгреши и без да го притискат обстоятелствата. Най-пресният пример за това е богатата Германия, която изведнъж се оказа без близо 50 хиляди специалисти в областта на информатиката и високите технологии. Впоследствие се изясни, че това е болест на цяла Западна Европа. Кое то означава, че експертите в областта на науката и образованието на западноевропейските страни преди 20 години не са предвидили бума в информационните технологии. Колкото и странно да изглежда, ние българите, не го проспяхме. Това ме кара да мисля, че не всичко още е загубено. Затуй си позволявам да припомня на държавните мъже една простичка истина, която те самите са пеели като деца.

* Иван Марков е професор, доктор на химическите науки в Института по физико-химия към БАН.

ЗНАЧЕНИЕТО НА ИЗЯЩНОТО В ТОЧНОТО ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Вернер Хайзенберг

Когато представител на естествознанието вземе думата на събрание на Академията за изящни изкуства, той едва ли би посмял да дава мнения по темата изкуство; нали изкуствата са далеч от неговата област. Но вероятно би могъл да се заеме с проблема за изящното. Епитетът “изящно” тук наистина използваме, за да характеризираме изкуствата, но обхватът на изящното излиза далеч извън полето на действие на самите изкуства. В него са включени и други дялове на духовния живот; а красотата на природата се отразява и в красотата на естествознанието.

Вероятно не е лошо, преди да правим какъвто и да е опит за философски анализ на понятието “изящно”, да се запитаме къде в околността на естествознанието можем да срещнем изящното. Тук бих могъл да започна с един личен спомен. Като малко момче в първите класове на гимназията ме интересуваха числата. Радваше ме да узная нещо за свойствата им, например дали дадено число е просто или не, да проверя дали се представя като сбор на квадратни числа или не и накрая например да докажа, че има безброй много прости числа. Понеже баща ми [1] държеше много повече на познанията ми по латински език отколкото на числовите ми интереси, един ден ми донесе от държавната библиотека един написан на латински труд на математика Кронекер [2], в който свойствата на целите числа се свързваха с геометричната задача по разделянето на една окръжност на равни части. Не знам как баща ми бе попаднал тъкмо на това изследване от средата на 19-ти век. Съчинението на Кронекер ми направи обаче силно впечатление; почувствах като непосредствено изящно, че от задачата за делене на окръжността, чиито най-прости случаи бяхме минали в училище, може да научим нещо за съвсем други въпроси от елементарната теория на числата. Някъде далеч, изглежда още тогава, проблесна и въпросът дали целите числа и геометричните фигури ги има, т.е. дали те съществуват вън от човешкия дух или този човешки дух ги е създал като средство да разбере света. По такива проблеми обаче тогава още не можех да размишлявам. Остана ми само прякото впечатление за нещо твърде красиво и то не се нуждаеше нито от обосновка, нито от обяснение.

Но какво бе тук изящното? Още от древността има две дефиниции за изящно, които в известен смисъл си противоречат. Споровете около тези две дефиниции са играли особена роля по време на Възраждането. Според едната дефиниция красотата е точното съответствие на частите една с друга и с цялото. Другата дефиниция, която идва от Плотин, определя красотата без какво да е отношение към частите, а като едно просветване през материалното явление на вечния блясък на “единичното”. При нашия математически пример за сега ще се придържаме към първата дефиниция. Тук частите са свойствата на целите числа или правилата на геометричните построения. А цялото е очевидно намиращата се зад всичко това система от аксиоми на аритметиката и Евклидовата геометрия; така голямата, общата връзка се гарантира от непротиворечивостта на системата от аксиоми. Ние осъзнаваме, че отделните части се съчетават, че са части тъкмо на това цяло и без да се замисляме усещаме като красиви затвореността и простотата на системата от аксиоми. Така красотата се свързва с прастария проблем за “единичното” и “многоото”, който навремето е бил тясно свързан с проблема за “битие” и “сътворение”, стоял в центъра на ранната гръцка философия.

Тъй като корените и на точното естествознание са също тъй древни, ще е добре да се опитаме да преповторим, макар и грубо, мисловните ходове на тази ранна епоха. В началото на гръцката натурфилософия стои въпросът за основния принцип, който да направи разбираемо пъстрото разнообразие на явленията. Познатият отговор на Талес “Водата е материалната основа на всички неща” съдържа, колкото и странно да ни изглежда, според Ницше, три основни философски изисквания, проявили значението си по-късно. Първо, че изобщо трябва да бъде търсен такъв основен принцип; второ, че отговорът трябва да бъде рационален, сиреч да не се позовава на някакъв мит и накрая, трето, че материалната страна на света играе решаваща роля. Зад тези изисквания естествено стои неявно познанието, че разбирането не може да означава друго, освен откриване на подобни черти или признаци на родство в наблюдаваното многообразие.

Щом като обаче има такава единна основа на всички неща, това ни тласка неизбежно към въпроса - и това е следващата стъпка в този ред на мисли - как с нейна помощ да направим разбираемо изменението. Тази трудност най-добре се вижда в знаменития парадокс на Парменид. Само битието [3] *е*; небитието *не е*. Щом като обаче само съществуващото *е*, то не може и да има нищо вън от него, което да го разчленява и да предизвиква промени. Така съществуващото трябва да бъде вечно, неизменно, безкрайно в пространството и времето. Измененията, които преживяваме, могат да бъдат само привидни.

Древногръцката мисъл не е могла да се задържи дълго на този парадокс. Постоянната смяна на явленията е била на лице и е трябвало да бъде обяснена. Опитвайки да преодолеят тази трудност, различните философи тръгнали по различни пътища. Един от тях води към атомното учение на Демокрит. Наред с битието е възможно и небитие, като възможност за движение и форма, което означава – като празно пространство. На битието е свойствена повтораемост и това ни води до картината на атомите в празното пространство, картина по-късно безкрайно плодотворна като основа на естествознанието. По този път тук няма да се отклоняваме. По-скоро ще опишем по-подробно другия път, който води до идеите на Платон и ни приближава пряко към проблемите на изящното.

Този втори път тръгва от школата на Питагор. В тази школа ще да се е зародила мисълта, че математиката, математическият ред е основният принцип, който може да ни доведе до разбиране на многообразието на явленията. За самия Питагор знаем твърде малко. Кръжецът на учениците му прилича по-скоро на религиозна секта, а със сигурност можем да кажем единствено това, че от Питагор водят началото си учението за метемпсихозата и някои религиозни повели и забрани. В кръга на неговите последователи обаче – и за по-късните епохи това е било меродавното – заниманията с музика и математика изиграли важна роля. Така Питагор прави знаменитото откритие, че опънати струни звучат хармонично само когато дължините им са в рационално числово отношение. Математическата структура, именно рационалното отношение като източник на хармонията, е било едно от откритията с най-мощен отзвук в историята на човечеството. Хармоничното съзвучие на две струни води до красив тон. Човешкото ухо възприема дисонантното с безпокойство и оттам с раздражение, а спокойствието на хармонията, на консонантното, то възприема като изящно. Така математическото съотношение се превръща в източник на красота.

Красотата е, така гласеше една от древните дефиниции, правилното съответствие на частите помежду им и с цялото. Частите тук са отделните тонове, а цялото е хармоничният тембър. Така математическата връзка може да съчетае в едно цяло две отначало независими неща и да доведе до нещо красиво. Тъкмо това откритие в учението на Питагорейците предизвикало оня пробив, довел до създаването на нови форми на мисълта и до това, като основа на битието да виждаме не някакво осезаемо

вещество - като водата при Талес, а един идеален формален принцип. Така била формулирана една основна мисъл, станала по-късно основа на всички точни естествени науки. В своята *Метафизика* Аристотел казва за Питагорейците: “Отначало те се заеха с математика, развиваха я, и израснали в нея, приеха математическите принципи за начала на цялото битие. И виждайки в числата свойствата и причините на хармонията, тъй като и всичко останало им се струваше по естеството си, наподобяващо числата, а пък числата вече виждаха като първични за цялата природа, те гледаха и на елементите на числата като на елементи на всички неща и схващаха цялата вселена като хармония и число.”[4]

Това означава, че можем да разберем шареното многообразие на явленията, като в тях намерим общи формални принципи, изразими на математически език. По такъв начин установяваме и тясна връзка между разбираемото и изящното. Защото когато изящното бъде разбрано като съгласуване на частите помежду им с цялото и когато от друга страна цялото уразумяване е възможно само чрез тази формална връзка, преживяването на изящното съвпада почти напълно с преживяването на разбраната или поне предчувствана връзка.

Следваща стъпка по този път извървя Платон с неговото учение за идеите. На несъвършените образувания на телесния сетивен свят Платон противопоставя съвършените математически форми. Така на почти кръговите форми на орбитите на небесните тела противостои съвършената, математически дефинирана окръжност. Материалните обекти са образи, сенки на истинските идеални образи; така днес бихме казали, че тези идеални образи са *действителни*, защото и доколкото те са *действащи*. Така Платон съвсем ясно различава едно достъпно за сетивата телесно битие и едно чисто идеално битие, което не може да бъде обхванато от сетивата, а само от действия на духа. Това идеално битие изобщо не е по необходимост резултат от човешката мисъл. Обратно, то е същинското битие, по чийто образ е създаден телесният свят и човешката мисъл. Допирът на човешкия дух до идеите, както това сочи самото им име [5], е по-скоро едно художествено съзерцание, едно полуосъзнато предчувствие, отколкото съзнателно познание. То е един спомен за форми, присадени на душата още преди нейната поява на Земята. Централна е идеята за Изящното и Доброто, в която виждаме божественото и при чието съзерцаване на душата израстват крила. На едно място във *Федър* четем: душата изпитва уплаха при вида на изящното, понеже усеща вътрешен повик към нещо, не внесено от сетивата, но което винаги е било вградено в една дълбоко неосъзната област.

Но нека се върнем към разбирането и заедно с това към естествознанието. Голямото разнообразие на явленията може да бъде схванато затова, така казват Питагор и Платон, защото тук става дума за единни принципи на формите, достъпни за математическо представяне. Всъщност с това вече е формулирана цялата програма на днешното точно естествознание. В древността обаче тази програма не е могла да бъде проведена поради недостатъчно емпирично познаване на подробностите в природните явления.

Първият опит за задълбочаване и в тези подробности, както знаем, е направен във философията на Аристотел. При безкрайното обилие, представило се пред наблюдаващия естествоизпитател и при пълното отсъствие на каквито и да е отправни точки, които да послужат за различаване на някакъв порядък, единните формални принципи, търсени от Питагор и Платон, трябвало да отстъпят пред описанието на подробностите. Така още в онези времена се проявява противопоставянето, останало и до днес в дискусията между опитната и теоретичната физика: противопоставянето между емпирика, който с грижовна и съвестна до най-малките подробности работа създава предпоставките за разбиране на природата, и теоретика, който нахвърля

математически образи, с които иска да подреди природата и така да я разбере. Тези математически образи не само представят опита правилно, но тъкмо със своята простота и изящество се оказват истинските идеи, лежащи в основата на природните явления. Още Аристотел като емпирик критикува Питагорейците, които както той казва, "не с оглед на фактите търсят обяснения и теории, а с оглед на някои теории и любими мнения разпокръсват фактите и, може да се каже, се изживяват като съуредници на вселената". Връщайки се назад в историята на точното естествознание, можем, изглежда, да заключим, че правилната представа за природните явления е резултат тъкмо на напрежението между тези два противостоящи възгледа. Чисто математическото разсъждение става безплодно, защото, играейки с обилието на възможни форми, не може да намери пътя назад към малкото на брой форми, действително образуващи природата. Чистата емпирия пък става също безплодна, защото в края на краищата се задушава в безкрайни списъци без вътрешна връзка. Напредъкът идва само чрез напрежението, чрез играта между богатството на факти и евентуално подходящите за тях математически форми.

В древността обаче това напрежение не може да бъде преодоляно и за дълго време пътят към познанието се е отклонил от пътя към изящното. Значението на изящното за разбирането на природата става видно едва когато в началото на новото време отново бе намерен път от Аристотел към Платон. И чак този обрат показва цялата плодотворност на подетия от Питагор и Платон начин на мислене.

Съвсем ясно показват това знаменитите опити със свободното падане на телата, които Галилей, разбира се, не е правил от наклонената кула в Пиза. Той започва с грижливи наблюдения, без да се съобразява с Аристотеловия авторитет и се стреми, следвайки Питагор и Платон, да намери математически форми, които да отговарят на емпирично установените факти; така стига до своите закони за падането на телата. При това му се налага, и това е един решаващ момент, да идеализира фактите или както Аристотел би го обвинил, да ги изопачи, за да преоткрие в явленията изящството на математическите форми. Аристотел учил, че без намеса на външни сили всяко движещо се тяло в края на краищата стига до състояние на покой и това отговаря на всекидневния опит. Галилей твърди обратното, че ако върху едно тяло не действат никакви сили, то остава в постоянно равномерно движение. Галилей се осмелява да разчлени фактите, съобразявайки, че движещото се тяло винаги е подложено на съпротивление, причинено от триене и че всъщност движението му ще продължи толкова по-дълго, колкото по-пълно успеем да изключим силите на триене. За тази манипулирана картина на фактите, за тази идеализация, той намира един прост математически закон, с което полага началото на новото точно естествознание.

Няколко години по-късно в своите твърде подробни наблюдения върху траекториите на планетите Кеплер сполучва да открие нови математически форми и така формулира прочутите си три закона. Колко близко се чувства Кеплер при тези свои открития до разсъжденията на Питагор и че е воден от изящството на взаимните връзки е видно поне от това, че сравнява обикалянето на планетите около Слънцето с трептенията на струна и говори за хармонично съзвучие на различните планетни орбити, за хармония на сферите. В края на своя труд върху световната хармония той се провиква възторжено: "Благодаря ти Господи Боже, Създателю наш, че ме допусна да съзря красотата на твоето творение". Кеплер бил дълбоко разтърсен от срещата си с едно не измислено от хората толкова централно взаимоотношение и от това, че нему било отредено да познае за първи път тази връзка на върховно изящество. Няколко десетилетия по-късно, в Англия Нютон окончателно изведе тази връзка в най-чистия й вид и я описа подробно в своя велик труд *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. С това пътят на точното естествознание бе предопределен за почти два века напред.

Но само за познание ли иде реч тук или наред с това и за изящното? И ако е замесено изящното, то каква роля му е отредена в разкриването на връзките? Да си припомним древното съждение: “Красотата е правилно пригаждане на частите помежду им и с цялото”. Едва ли е потребно да се пояснява, че този критерий е изпълнен в максимална степен от такова построение като Нютоновата механика. Частите – това са отделните механични процеси, старателно извлечени от нашата апаратура или протичащи пред нас в неразчленимо пъстрата игра на явленията. Цялото пък е единният формообразуващ принцип, на който се подчиняват всички тези процеси и който е регистриран математически от Нютон в проста система от аксиоми. Единство и простота не са едно и също нещо. Но обстоятелството, че една такава теория противопоставя единичното на множеството, което бива пречистено чрез единичното, предполага само по себе си възприемането ѝ като нещо едновременно просто и изящно. Във всички времена е било признавано и изтъквано значението на изящното при разбиране на истинното. Латинската теза *simplex sigillum veri* (простото е печатът на истинното) е изписан с едри букви в аудиторията на физиците в университета в Гьотинген – като напомняне за устремите към откривателство; другата латинска теза: *pulchritudo splendor veritatis* (красотата е блясъкът на истината) може да бъде тълкувана и в смисъла, че изследователят ще познае истината най-напред по блясъка ѝ, по собственото ѝ светене.

И още на два пъти в историята на точното естествознание лумвания на тази светлина са били водещ сигнал за съществен напредък. Мисля сега за две събития от физиката на 20-ти век: възникването на теорията на относителността и на квантовата теория. И в двата случая, след продължилите с години напразни усилия да бъде разбрана същността, объркващото обилие на частни явления почти ненадейно добива подреденост; тогава изплува една порядъчно неочевидна, но всъщност все пак проста връзка, чиято завършеност и абстрактна красота убеждават всекиго, който умее да разбира и говори подобен абстрактен език.

Оттук ще свърнем и вместо да проследяваме нататък историческия ход на събитията, ще предпочетем да питаме направо: каква бе тази светлина? Как става това: в илюминациите на изящното, срещани из точното естествознание ли си проличават най-съществените връзки и то преди да са разбрани в детайли, преди да са доказуеми? Отде струи светосилата и какво обуславя тя в последващото развитие на науката?

Тук вероятно е уместно да напомним за едно явление, което нека да наречем разгръщане на абстрактни структури. Можем да го изясним чрез примера с теорията на числата, споменат още в началото, или пък чрез сходни процеси в развитието на изкуството. За математическото обосноваване на аритметиката, т.е. на учението за числата, са достатъчни няколко несложни аксиоми; те дефинират всъщност що е то броенето. В тези аксиоми, обаче, вече е вложено цялото обилие от форми, дошли в съзнанието на математиците: учението за простите числа, за квадратичните остатъци, за числови конгруенции и пр. Може да се каже, че абстрактните структури, вложени в числата, са се разкривали исторически в математиката, произвеждайки обилието от теореми и зависимости, съставлящи съдържанието на по-сложната наука – теория на числата. По подобен начин, в началото на един стил в изкуството, да речем – на архитектурен, стоят известни основополагащи форми, като полукръгът или квадратът в романската архитектура. Следвайки своя ход, историята създава от основните форми нови, по-сложни и променени форми; по някакъв начин те могат да се разглеждат като вариации по същата тема. Така основополагащите структури се разгръщат в нов подход, нов стил в строенето. Оставаме с усещането, че още отначало в тези праформи са били различни възможностите за развитие. Защото в противен случай едва ли

можем да проумеем как така мнозина надарени творци без всякакво забавяне решават да последват тези нови възможности.

Без съмнение, в изброените от мен случаи из областта на точното естествознание също е протекло подобно разгръщане на абстрактните основни структури. За Нютоновата механика този растеж, развитието на все нови и нови разклонения трае до средата на 19-тото столетие. През 20-ти век преживяхме сходни събития в теорията на относителността и в квантовата теория, като растежът не е приключил.

Този процес в науката и изкуството има и важна социална и етическа страна, тъй като в него могат да участват активно голям брой хора. Когато в Средновековието започвали строежа на голяма катедрала, наемали тълпа строители и занаятчийци. Изпълнени с представата за изящество, заложена в основополагащите форми, те вършели усърдно работата си, следвайки тези форми и подтиквани от своята задача. Подобно на тях, през двата века след Нютоновото откритие пред много математици, физици и техници стояла задачата да разработват отделни механични проблеми с Нютоновите методи, да провеждат експерименти или да се заемат с технически приложения; от тях също винаги се искало до крайност отговорно отношение, та да бъде изведена задачата им до нивото на възможностите на Нютоновата механика. Изглежда допустимо обобщението, че основополагащите структури, в частност Нютоновата механика, прокарват водещи линии и дори полагат ценностни критерии, с които може обективно да се съди, доколко поставените задачи са добре решени. Тъкмо заради прецизните изисквания, защото всеки поотделно макар с малки приноси спомага за достигането на големи цели и стойността на приносите бива оценявана обективно, резултатът носи удовлетворение за широк кръг участници във въпросното развитие. Което показва, че не може да подценяваме етическото значение на техниката в наше време.

Идеята за самолета, например, също е произлязла от развитието на естествознанието и техниката. Техникът, конструиращ някой детайл за самолета и работникът, който го изработва, знаят, че иде реч за крайна точност и внимаване в тази работа, защото може животът на много хора да зависи пряко от надеждността ѝ. Откъдето пък извира гордостта им, че дават добре свършена работа, и могат да споделят с нас радостта по изяществото на самолета; те чувстват, че техническата задача е осъществена с правилни, годни средства. Красотата е правилното пригаждане – според неведнъж цитираното антично съждение – на частите помежду им и с цялото, и това изискване трябва да е изпълнено при добрия самолет.

Но с отпратки към разгръщането на изящната основополагаща структура и към етическите стойности и изисквания, които изплуват през историческите перипетии на това разгръщане, все още не е отговорено на въпроса отде струи светлината на тези структури, та да прави видима съществената връзка още преди да е разбрана рационално в детайли. Нека при това е ясно отнапред, че това разпознаване може да страда от зрителни илюзии. Но едва ли буди съмнение съществуването на съвсем непосредното прозрение, това стъписване пред красотата, за което говори Платон във *Федър*.

Сред всички онези, които са се замисляли над този въпрос, изглежда има устойчиво единение по това, че непосредното познание протича извън дискурсивното, т.е. рационалното мислене. На това място бих искал да цитирам две изказвания, едното от Йохан Кеплер, за когото вече стана дума, другото от наше време – от цюрихския атомен физик Волфганг Паули, сприятелен с психолога К. Г. Юнг. Текстът на първото е из Кеплеровия труд *Космическа хармония* и гласи: „Оная способност за възприемане на възвишените релации в данните на сетивата и в други обкръжаващи ни неща, трябва да

се търси във владения на душата. Тя е близка до способността, която доставя на сетивата формалните схеми, или – в по-голяма дълбочина – до чисто виталната способност на душата да мисли недискурсивно, т.е. не в съждения както философите, а без да си служи с по-висши методи; така тази способност е присъща не само на хората, но и на дивите и домашни животните ... Тук може да възникне въпрос, отде тази душевна способност черпи силата да познава даденото във външния свят, след като не е причастна към мисленето в понятия и като така не може да носи истинско знание за хармоничните съотношения. Защото познанието се получава тогава, когато сравним сетивно доловимото от външния свят с праобразите във вътрешния мир и установим съвпадение. У Прокъл това е добре уловено с примера за картините от съновиденията, които остават след събуждане. Така, както става припомнянето на съновидяното при среща с дадените сетивно явления, така и математическите зависимости, дадени сетивно, извикват ония надсетивни праобрази, които са дадени отнапред във вътрешния мир; сега те започват да светят реално и ярко в душата, докато по-рано са били мъгляви. Но как са попаднали те във вътрешния мир? Моят отговор на това е – така продължава Кеплер – „Всички изчистени идеи или правръзките на хармоничното, като вече обсъдените, са свойствени на онези, които са способни да ги разбират. Но възприемането им като вътрешна действителност не е задължително резултат на понятиен процес, защото в много по-голяма степен то е породено от едно сякаш първично чисто съзерцаване на величините, вродено на индивида, така както на формообразуващото начало на растенията са вродени например броят на венчелистчетата или на семенните кутийки“.

От Кеплер - толкоз. Той ни насочва към възможности, които се съдържат още в животинското или растителното царства, към праобрази, които предизвикват разпознаването на форми. В наше време на подобни възможности отдели по-специално внимание Портман. Той се спря на определени цветни мотиви в оперението на птиците, които добиват биологическия си смисъл едва тогава, когато биват възприети от другите птици от този вид. Очевидно е, че способността за възприятие трябва да е също така вродена, както и самият мотив. Към примерите можем да присъвокупим и птичите песни. На ранен етап определен акустичен сигнал е изпълнявал биологично предназначение при намиране на партньор, нему той бил понятен. Но съразмерно с разминаването с непосредствената биологична роля, формалното богатство може да се разшири игрово, като се стигне до разгръщане на подлежащата мелодийна структура, а тя – вече песен – да очарова един тъй отдалечен вид като човека. Способността за разбиране на тази игра на формата трябва да е вродена за съответния птичи вид; със сигурност тя не ползва дискурсивно рационално мислене. Един още пример: човеку вероятно е вродена способността да разбира известни основни форми в езика на жестовете и да заключава по тях какви намерения таи другият – дали приятелски или враждебни; за човешкото общезитие тази способност е с неоценимо значение.

В една статия на Волфганг Паули са изказани мисли, напомнящи Кеплеровите. Паули пише: “В природата процесът на разбиране, както и онова ощастливяване, което спохожда човека, когато разбира, т.е. осъзнава ново знание, изглежда почива върху припокриване на предшестващи вътрешни образи на човешката психика с външни обекти и тяхното поведение. Това схващане за познание на природата, както е известно ни отвежда назад към Платон и е застъпено ... също и от Кеплер по много ясен начин. Наистина, последният говори за идеи, които имат свое ранно битие в духа на Бога, но са внедрени и в създадената като Божи образ и подобие дума. Тези праобрази, които душата възприема благодарение на вроден инстинкт, Кеплер нарича архетипни. Съвпадението с въведените в модерната психология от К. Г. Юнг първични образи или архетипи, работещи като инстинкти на представната способност, има далечни корени.

Със свидетелствата си в полза на това, че разбирането бива винаги дълъг процес, който много преди да настъпи възможност за рационално формулиране на съдържанието на съзнанието бива придружаван от процеси в несъзнаваното, модерната психология насочва вниманието отново към предсъзнателното архаично стъпало. На това стъпало наместо ясни понятия има картини със силен емоционален заряд, които не се мислят, а се рисуват. Доколкото тези образи са израз на предчувствано, но непознато още състояние на нещата, те могат да бъдат обозначени като символични, в съответствие с въведената от К. Г. Юнг дефиниция за символа. Архетипите като класифициращи оператори и формиращи агенти функционират в този свят на символичните картини именно като търсения мост между сетивните възприятия и идеите и са съответно необходима предпоставка за възникването на естественонаучни теории. Все пак трябва да се предпазваме от това да преместваме в съзнанието това *a priori* на познанието, като ги обвързваме с определени рационално формулируеми идеи.”

По-нататък в изследването си Паули развива тезата, че Кеплер е добил увереност в правилността на Коперниковата система не от частните астрономически наблюдения, а от съвпада между Коперниковата картина с архетипа, обозначен от Юнг като *мандала* [6] и който е употребен и от Кеплер като символ на светата Троица. Бог е в центъра на кълбо като първозданен двигател, светът, в който действа синът, е уподобен с повърхността на кълбото, а Светият Дух съответства на лъчите, изхождащи от средата към повърхността на кълбото. Естеството на тези праобрази разбира се е такова, че всъщност не допуска да бъдат описани рационално или с поне приблизителна нагледност.

Ако Кеплер се е убедил в правилността на Коперниковата система също и от такива праобрази, все пак остава неизбежното условие за всяка годна научна теория: да издържи изпитанието на емпиричната проверка и рационалния анализ. В това отношение естествените науки са в по-добра позиция, отколкото изкуствата, понеже за естествознанието има един неотменим и непреклонен критерий за ценност, от който не може да се изплъзне нито една работа. Коперниковата система, Кеплеровите закони и Нютоновата механика са се доказали в по-сетнешните тълкувания на натрупаните изследвания, например резултати от наблюдения, и в техниката и то в такъв обхват и с такава изключителна точност, та от Нютоновите *Principia* насам верността им не може да бъде подлагана на съмнение. Но и тук отново иде реч за една идеализация, каквато Платон е смятал за необходима, а Аристотел пък го укорявал за това.

Пълната яснота по въпроса настъпи едва преди 50 години, когато развитието на атомната физика показва, че Нютоновата понятийна система е вече недостатъчна за домогване до механичните процеси във вътрешността на атомите. След като в 1900 г. Планк откри кванта на действието, във физиката настъпи състояние на объркване. Старите правила, според които природата биваше описвана с успех в продължение на повече от две столетия, вече не прилягаха към новите знания. Но тези знания бяха сами по себе си противоречиви. Доказала се в един експеримент хипотеза, биваше опровергавана от друг. Изящността и самосъгласуваността на старата физика изглеждаха нарушени, без често разхождащите се опити да съставят основа за опознаване на някакви други зависимости. Не знам дали е позволено да бъдат сравнявани състоянието на физиката в онези 25 години, последвали Планковото откритие, преживяно от мен още в първите ми студентски години, и състоянието в днешното модерно изкуство. Но трябва да призная, че това сравнение ми се натрапва отново и отново. Има подобие в начините, по които лицата на тези тъй различни области и епохи бяха белязани от безпомощността пред въпроса какво да се прави, от тъгата по загубените закономерности, изглеждащи все така убедителни, от цялата тази неудовлетворимост. При това ставаше въпрос очевидно за необходим междинен етап,

който не може да бъде прескочен, и който подготвя сетнешното развитие. Защото, според написаното от Паули, всяко разбиране е продължителен процес, задействан дълго преди рационалната формулируемост на съдържащото се в съзнанието чрез процеси в полето на несъзнаваното. Архетипите функционират като търсения мост между сетивните възприятия и идеите.

В същия онзи момент, в който започват да изникват правилните идеи, в душата на тези, които ги видят, се разиграва напълно неописуем процес с върховна интензивност. Удивеното сащисване, за което говори Платон във *Федър*, е начинът, по който душата си спомня като че ли за нещо, което несъзнато винаги е притежавала. Кеплер казва: *geometria est archetypus pulchritudinis mundi*, {Математиката (вероятно е допустимо да преведем по-общо, *geometria* с математика) е праобраз на красивото в света}. В атомната физика този процес се разигра преди непълни 50 години и върна точното естествознание отново, но в условия на съвсем нови предпоставки, в състоянието на хармонична самосъгласуваност, загубена в продължение на четвърт век. Не виждам защо нещо подобно да не се случи един ден и в изкуството. Добре е да се добави предупреждаващо: такива неща не се правят, те трябва да станат от само себе си.

Уважаеми присъстващи, разказах ви тази страница от точното естествознание, защото в нея се чете най-ясно близостта до изящните изкуства и защото тук може да се предотврати недоразумението, че в естествознанието и техниката става въпрос само за точното наблюдение и за рационалното, дискурсивно мислене. Докато всъщност рационалното мислене и внимателното измерване се отнасят към работата на естествоизпитателя така както чукът и длетото – към работата на скулптора. Инструменти са те и в двата случая, не и същество на работата.

Предполагам, че в самия край бива да припомним отново втората дефиниция на понятието “красота”, която дължим на Плотин, и в която вече не става дума за частите и цялото: “Красотата е просветването на вечния блясък на ‘единичното’ през материалното явление.” В изкуството има важни епохи, към които тази дефиниция приляга по-добре от първата, на която се позовахме и често се случва да тъгуваме по тези епохи. Но в наше време е трудно да се говори за тази страна на красотата и вероятно си струва да се спазва правилото да се придържаме към обичаите на времето, в което трябва да живеем, а за трудното за изказване – да премълчаваме. Всъщност двете дефиниции не са и толкова раздалечени една от друга. Затова да се задоволим с първата, по-трезвата дефиниция за красотата, която със сигурност се осъществява в естествознанието, и да изразим убеждение, че в точното естествознание, също както в изкуствата, тя е най-важният извор на светене и на яснота.

Превод: Рада Мутафчиева

Бележки на преводача

-
1. Авторът е син на видния византолог Август Хайзенберг (1869-1930).
 2. Leopold Kronecker (1823-1891), известен между другото с думите: "Целите числа са творение на Бога, всичко друго е човешко дело.", казани през 1886 г. Критик на Канторовата теория на множествата и континуума.
 3. В оригинала: *das Seiende*.
 4. Аристотел. *Метафизика*: 15, 698.
 5. Старогръцки *ἰδέα*, което между другото означава и: образ, представа, вид.

6. Санскритска дума, всъщност кръг или окръжност. В будизма - цветна геометрична диаграма, подпомагаща медитацията.

* По случай 100 години от рождението на един от най-големите естествоизпитатели на току-що отишлия си век и един от създателите на квантовата механика Вернер Хайзенберг (1901–1976), публикуваме неговата лекция *Die Bedeutung des Schönen in der exakten Naturwissenschaft*.

АСЕНИЗАЦИЯТА Е НЕОБХОДИМОСТ!

М. Бушев

“Сънят на разума ражда чудовища”

Франсиско Гойя

Става дума за асенизация на науката. Думата *асенизация* произхожда от френската дума *assainir*, която означава “правя здравословен”, “пречиствам”. В българска употреба *асенизация* означава мерките за дезинфекция и отстраняване на нечистотиите от заобикалящата ни среда (главно водата и почвата). Както можем да си представим, нелека, но абсолютно необходима за обществото дейност.

Същото се отнася за асенизацията в обществената култура. Не е приятно да доказваш пред хората, че нещо е лъженаука, че е измама, че нанася вреда както на науката, така и на обществото. (То е също като борбата с плагиата - виждаш, че става дума за откровена кражба на духовни ценности, но най-често се отвърщаш с погнуса, защото нито крадецът ще се освести, нито обществото ще те потупа по рамото, нито ще си върнеш загубеното време и разклатените нерви.)

Има обаче достойни хора, които не си жалят труда, времето и нервите, за да се опълчат срещу псевдонауката. Такъв беше покойният професор Леон Митрани. Той написа и произнесе много остри и точни думи по адрес на това, което сам наричаше “ненаука” (вж. напр. книгата му “*Наука и ненаука*”, С., 1989; вж. също статията му “*Твърде много гении*”, СФ 2/01).

Как можем да дефинираме псевдонауката (или, казано направо, лъженауката)? Вероятно като посочим по какво тя се отличава от науката. Могат да се кажат много неща за същността на науката, научното мислене и научния метод. Но, мисля, най-кратката и вероятно най-съдържателна дефиниция дава философът Карл Попър (1902-1994): науката е такова знание, което само търси и посочва възможните свои *опровержения*. Не потвърждения, не претенции за окончателност и за истина от последна инстанция (или, както до неотдавна се говореше у нас, за “единствено правилното, всепобеждаващо учение”), а непрестанно търсене (*unended quest* по Попър). Е, тогава става ясно какво е псевдонаука (ненаука).

Да вземем следния ярък пример. През 1915 г. Айнщайн създава величествената сграда на общата теория на относителността (за драматичните събития от този период вж. статията на акад. Ив. Тодоров “*Айнщайн и Хилберт: създаването на общата теория на относителността*”, СФ 19/96, № 2.). На следващата година написва популярното изложение “*Специална и обща теория на относителността*” (преведена и на български - 1965 г.). Един от основните резултати на теорията е предсказването на червено отместване на спектралните линии в гравитационно поле. В следващо издание на книгата (1920 г.) Айнщайн пише: “Остава открит въпросът дали този ефект съществува или не.” А на следващата страница казва нещо, което изразява цялата същност на науката: “Ако не съществува преместването на спектралните линии към червения цвят, дължащо се на гравитационния потенциал, то общата теория на относителността няма да се запази.” Безжалостна и безапелационна присъда, дадена от самия създател на теорията. Да сме чували някой астролог, гадател, ясновидец, телекинетик, парапсихолог, екстрасенз и т.п. да изказва такава алтернатива?!

Но това не пречи на мнозина да се отнасят лековерно към псевдонауките. При това не става дума за културно изостанали общества. Неотдавна авторитетното американско списание *Scientific American* (Vol. 285, No 3, p. 26) публикува данни на Gallup Organization и Nielsen Media Research за процентите на хората в САЩ, вярващи в паранормални явления. Оказва се, че в астрологията вярват 28 %, в телепатията - 36 %,

в духове - 42%, в превъплъщения - 25%, като през последното десетилетие всичките тези вярвания процентно се увеличават.

Има над какво да се замислим - учени, преподаватели, студенти, цялата културна общност. Защо науката може да се изобрази като фигура с протегната ръка (вж. *Europhysics News*, 32/5, 2001, р. 186), просеща средства за изследователска дейност? И защо вестници, телевизия, шоупрограми се надпреварват да предлагат на вниманието ни астрологични прогнози, психоявления, медиуми, контактъори, ясновидци и др.?

Неотдавна известният руски учен акад. В. Л. Гинзбург повдигна тези въпроси и то на страниците на авторитетното физическо списание *Успехи физических наук* (том 169, № 3, 1999 г., с. 358). Повод за статията е странното (меко казано) отношение на правителствения многотиражен вестник "Российская газета" към учени, протестиращи срещу пропагандирането на "шарлатанските торзионни технологии" (В.Л.Г.). Подобно на други лъженауки от съветско време (да си спомним т.нар. учение на Лисенко) авторите на "митичните торзионни генератори" до разпадането на СССР са получавали "под прикритието на секретността немалко средства, а сега се опитват да възродят дейността си, използвайки неграмотни и не подбиращи журналисти" (В.Л.Г.).

Тук е мястото да поясня, че "торзионното поле е поле на нова - пета - физическа сила; то пренася информация без загуба на енергия при това с групова скорост на торзионните вълни 10^9 пъти светлинната скорост (!) и се поражда от топологични пертурбации на линейно стратифицираните структури във физическия вакуум" (А. Е. Акимов, Г. И. Шипов). Откъде знам тази абракадабра ли? И в България имаме виден "торзионист", който публикува изследванията си в многотомно съчинение, носещо непретенциозното заглавие "Физика на Бога".

Оказва се, че "Российская газета" е давала радушен прием на статиите на "торзионистите", но за възраженията на физика от Новосибирск Е. Кругляков (а по-късно и на акад. Гинзбург) не намерила място на своите страници. Все пак Кругляков успява да издаде книга (Э. П. Кругляков, *Что же с нами происходит?*, Сибирское отделение РАН, 1998 г.), в която "авторът дава пример за активна борба с лъженауката и невежеството, процъфтяващи даже в някои висши ешелони на властта" (В.Л.Г.). Нека не забравяме, че когато невежеството овладее висши ешелони на властта (споменават се службата за охрана на президента и комисия към Държавната Дума на РФ), тогава става дума за безотчетно прахосване на огромни средства, взети от данъкоплатеца. Тук е място да си спомним и дупката (Царичинската), в която потънаха секретно количество средства от българската хазна. Увлеченията по лъженауката не са (и никога не са били) невинна забава.

По-нататък ще цитирам един цял пасаж от статията на акад. Гинзбург, защото казаното от него изцяло се отнася и за нашето общество.

"Широките кръгове на физиците, разбира се, различават науката от псевдонауката и шарлатанството, но не са достатъчно активни в борбата с тях. Тук са и естественото чувство на погнуса, когато трябва да се занимаваш с асенизация, и умората в условия, когато животът е труден, а правото на истината трудно се постига. Такава позиция може да се разбере, но не може да се оправдае. Не трябва да мълчим, трябва да се борим срещу враговете на науката и прогреса. Направеното от Руската Академия на Науките е съвсем недостатъчно, а някои обществени така наречени академии даже се превърнаха в разсадници или най-малкото в прикрития за лъженаука. Сега в РАН най-последно е създадена специална комисия за борба с лъженауката. Но тази комисия няма да преуспее без помощта на широката научна общност."

Нека тези думи служат като напомняне и за нашата научна (и широка културна) общественост. Живеем в 21-и век и едва ли нещо би могло да оправдае пещерното мислене.

-----* * *-----

[Вече близо 5 години писателят-фантаст Агоп Мелконян издава *ежесмесечно* списанието **Зона F** (голям формат, 40 с., множество оригинални илюстрации). В него се поместват разкази от наши и чужди автори, както и остроумно подбрани и коментирани новости от и около науката и техниката. Тук препечатваме, с любезното съгласие на автора, кратък материал в духа на нашата рубрика *Наука и псевдонаука*. - Бел. ред.]

ГЛУПОСТТА КАТО БЕЗКРАЙНОСТ

Агоп Мелконян

НА ВСЯКА СЕРГИЯ - НЛО-та

Всеки може да е глупав, но някои могат повече

В навечерието на новото хилядолетие в САЩ излезе книгата на Маркус Дей “Другоземните: контакти с неизвестното”. Но тъй като планетата става все по-малка, екземпляр от книгата стига до Русия. И попада в ръцете на Пермяк Суботин, преподавател по информатика. Суботин с изненада открива, че най-силните “доказателства” на Дей са от неговата лична колекция на НЛО. Проблемът не е в авторските права, просто всички публикувани снимки са ... фалшификати.

Американецът вероятно не е подозирал, че руснакът преподава и фотомонтаж. В специална изложба, доказваща възможностите на монтажа, Пермяк излага цяла колекция от **напълно измислени НЛО**.

Има също поредица от “разбудени духове”, “преродени души”, “енергетични полета”, “вампери” и каквото тъпо ви хрумне. Както и исторически майтапи - например среща на Ленин с египетски фараон. Само идиот би се хванал на тази въдица, но “специалистът по проблемите на контактите с друг тип разум” Маркус Дей чевръсто влиза в тази група. Още по-идиотското е, че книгата получава наградата на Сдружението на уфолозите за “сериозен принос в ...” И т.н.

Някои продължават да смятат междувъзвездните пътувания като да отидеш на село на гроздобер. И онези задължително трябва да приличат на нас, **защото сме страхотни красавци**.

И ужасно много им се иска да кацнат в нечия шотландска нива и да правят кръгове. Или всякакви други глупотевини.

Дори убогият Земянин е намерил решение: има компютърни програми, които веднага показват, че летящият супник и планината под него са снимани при различен фокус, различна скорост и бленда, различна светлочувствителност на филма и т.н. Но защо да мислиш, щом може и без това?

Нашите съвети са само два. Ако все още не сте виждали НЛО, притичайте до първата вестникарска серия; има ги със стотици във вестници, отпечатани на тоалетна хартия (още неизползвана). Ако пък сте виждали НЛО, притичайте до най-близкия психиатър.

(Зона **F**, #7-2001, с. 19)

Представяме ви един от последните *opus*-и на известния руски астрофизик Йосиф Самуилович Шкловски (1916 - 1985). Докладът, изнесен на 27-я Международен конгрес в Москва, 3–12 август 1984 г., не е намерил място в материалите на конгреса и ни е предоставен любезно от дъщерята на учения, нашата колежка Ала Шкловская, за което ѝ благодарим. Оригиналната концепция за уникалността на живота на Земята на един мислещ учен, неговите доводи за това и далеч отиващите изводи, заслужават нашето внимание, размисли и ... възражения, ако възникнат такива.

Бел. ред.

СЪЩЕСТВУВАТ ЛИ ИЗВЪНЗЕМНИ ЦИВИЛИЗАЦИИ?

Йосиф С. Шкловски



Не е необходимо да ви доказвам известното обстоятелство, че науката не може да получи достатъчно пълна представа за изследвания обект, ако той е известен в един-единствен екземпляр. Изучаването на природата винаги започва с класификация, систематика. Ще дам два примера:

1. Понастоящем, независимо от огромните успехи на науката в изследването на планетите (преди всичко чрез преките методи на космонавтиката) и на Слънцето, въпросът за произхода на нашата Слънчева система е много далеч от яснотата. Напротив, произходът и еволюцията на несравнимо по-отдалечените и затова по-недостъпни за изследване чрез преки методи звезди е доста по-добре познато. В тази област успехите надхвърлят въображението.

Каква е причината за тази парадоксална ситуация? Тя е очевидна: планетната система ни е известна, поне засега, в един-единствен екземпляр, докато астрономите с помощта на мощни инструментални средства наблюдават огромно количество звезди, намиращи се на различни стадии от еволюцията.

2. Напълно неясен и объркан е въпросът за произхода на живота на Земята. Нещата стигат дотам, че един от водещите съвременни биолози Крик сравнително неотдавна се опита да възроди вариант на старинната хипотеза за панспермията (чиито корени са в

учението на църковните отци за “зародишите на живота”). Неприемливостта на тази хипотеза се вижда даже само от това, че животът е историческа категория, а не вечна, както смятал Авенариус. Панспермията не е могла да съществува в ранните етапи на еволюция на Вселената, когато не е имало нито звезди, нито галактики, нито дори тежки елементи (т.е. атоми с номер, по-голям от 4). Затова не можем да отменим въпроса: как животът е произлязъл от неживото? Нелепо е за това да търсим вместо първоначалната Земя някакви други космически обекти със свършено неясни физически условия. Толкова плачевното състояние на проблема се обяснява с простото обстоятелство, че други форми на живот във Вселената (освен земната) ние не знаем.

Не трябва обаче да се изпада в черен песимизъм. Има основание да се надяваме, че в обозримо бъдеще решението и на двата проблема ще бъде отместено от мъртвата точка. Ние астрономите възлагаме големи надежди на орбиталния оптичен телескоп с диаметър на огледалото 2,4 m, който ще започне работа след 2 години [1]. Предполага се, че с негова помощ ще може да се открие най-близката до Слънцето планетна система. А що се отнася до извънземния живот, съществува надежда той да бъде забелязан по онези преобразования, които той в процеса на своята еволюция осъществява в атмосферата на своите “родни” планети (да си спомним за произхода на кислорода в земната атмосфера).

А засега можем да строим повече или по-малко обосновани хипотези за разпространеността на живота във Вселената и възможните пътища за неговото развитие. При това трябва да се опираме на огромното количество факти, които знаем за Вселената, и, разбира се, на биофизиката, биохимията, генетиката и еволюционната биология. Тъй като материални носители на живота са сложните и свръхсложни молекули, в чиито структури решаваща роля играят тежките елементи, то възникването на живот във Вселената трябва да се отнесе към епохата, когато химическият състав на значително количество звезди (но, разбира се, не на всички) е бил вече близък до съвременния. Грубата оценка дава параметъра на червеното отместване за тази епоха $Z_1 \sim 4 - 5$, откъдето може да се оцени тогавашната възраст на Вселената $T = T_0(1 + Z_1)^{-3/2} \sim 10^9$ години, където $T_0 \sim 16$ милиарда години е най-вероятната стойност за съвременната възраст на Вселената. Може да се предполага, че оттогава благоприятни условия за възникване на живот са се появявали от време на време в различни галактики. В Слънчевата система, на една от нейните планети – Земята, такива условия са възникнали доста скоро след нейното формиране – преди около 4,6 милиарда години. При това не трябва да се забравя, че самият процес на образуване на Слънчевата система е продължил над сто милиона години. Тъй като процесът на формиране на звезди и планетни системи протича без прекъсване във Вселената, може да се твърди, че отделни огнища на живот в нея могат да имат възраст, а следователно и време за своята еволюция, от 15 милиарда до няколко стотин милиона години. Следователно земният живот е един от доста древните.

Понастоящем обаче, ние решително нищо не можем да кажем за вероятността за възникване на живот на някоя млада планета. Примерът със Слънчевата система, която има само една обитавана планета – Земята, нагледно демонстрира, че животът възниква далеч не на всяка планета. Сега не може да се изключи твърдението, че частта на обитаемите планети може да е неопределено малка. И докато не открием извън границите на Слънчевата система планети, чиито атмосфери са преобразени от живота, чувствително придвижване към решаването на тази увлекателна задача не може да има.

Към решаването на проблема изглежда може да се подходи и от страната на биохимията, като експериментално се синтезира най-простото живо вещество “в епруветка”. Едва ли, обаче, подобен експеримент може да реши въпроса за механизма на възникването на живот на първобитната Земя, защото ние твърде слабо, много

"общо" си представяме господстващите тогава физични и химични условия. Спецификата на проблема за живота във Вселената е в това, че той може да бъде много ясно и точно формулиран, но едва ли може в обозрим промеждутък от време да бъде решен с научни, т.е. - преди всичко - с експериментални и наблюдателни методи. В това отношение този проблем е значително по-труден от такива остри въпроси на съвременната физика, като например въпроса за крайната маса в покой на неутриното, спонтанното разпадане на протона, Великото обединение на взаимодействията и даже въпроса за другите вселени.

По-особен е въпросът за разумния живот извън Земята. Излишно е да се подчертава, че този въпрос вълнува човечеството най-много, във всеки случай – повече от въпроса за "простия", неразумен живот във Вселената. Какво може да се каже по този повод? Разбира се, щом във Вселената могат да съществуват отделни огнища на живот, защо да няма и огнища на разумен живот? Еволюцията на живота от простите му форми до най-сложните е много дълъг и сложен процес. Основни движещи сили за този процес са дарвиновият естествен подбор и мутациите. Може да се предполага, че това е валидно не само при земни условия, но и при извънземния живот, защото ресурсите за изхранване и осигуряване на жизнената дейност на организмите, където и да се развиват, са винаги ограничени. В процеса на еволюция поради суровата необходимост са възниквали едни или други важни, често много сложни "изобретения" на природата, осигуряващи оцеляването на видовете живи същества. Към тези "изобретения" трябва да се отнесе, например, фотосинтезата, обемното зрение и много други. Можем да разглеждаме и разума като едно от тези изобретение. Подобно на други "изобретения", възниквали в хода на еволюционния процес, той дава на съответния вид отначало неголямо, но след това все по-нарастващо преимущество в борбата за съществуване.

Отличителна особеност на разума е необикновената късата времева скала на неговото развитие. За вида *Homo Sapiens* тази скала в началния етап се оценяваше на десетки и стотици хиляди години. Но с настъпването на технологичната ера темповете на развитие се ускориха катастрофално. Надареният с разум вид излиза от равновесие с биосферата и встъпва във фаза на взривна експанзия. В тази фаза на своето развитие разумът престава да бъде едно от средствата, осигуряващо оцеляването на вида. Той се превръща в могъщ самостоятелен фактор. Това го виждаме добре в примера на еволюцията на човечеството: та нали за гарантиране съществуването на *Homo Sapiens* е достатъчен мозъкът на неандерталеца! На разумния вид му става "тясно" на родната планета. Започва експанзия в Космоса с последващо негово преобразуване. Този процес на експанзия може спокойно да бъде оприличен на ударна вълна. В сферата на дейност на разумния вид се въвличат все по-значителни ресурси от вещества и енергии. Напълно надеждни, научно обосновани оценки показват, че по принцип за овладяването на материалните и енергетични ресурси на родната планетна система са достатъчни някакви си хиляда години. Например, ако днешната скорост на преработване на енергия е $\sim 10^{20}$ erg/s, то след хиляда години тя спокойно може да достигне 10^{30} erg/s при разселването на човечеството из цялата Слънчева система, и тя може да бъде преобразувана от разумните същества в изкуствена биосфера с ресурси, милиарди пъти по-големи, отколкото са естествените, "родните". Едновременно с това свръхвисоко равнище ще достигне и изкуственият разум, който, по принцип, вече не ще може да бъде различен от "естествения" разум. Този път на развитие преди много години посочи К. Е. Циолковски, а неотдавна и Дайсън [вж. том XX (1997 г.) на сп. *Светът на физиката*. - бел. прев.].

Но с това прогресът (ако това може да се нарече прогрес) няма да се ограничи. Неизбежно "ударната" вълна на разума ще започне да се разпространява в цялата

галактика, на което пръв обърна внимание Н. С. Кардашев. За овладяване на ресурсите на звездната система и пълното ѝ преобразуване, според най-консервативни оценки, ще са необходими само няколко милиона години. Този срок е съвсем нищожен в сравнение с 10-15 милиарда години история на еволюцията на Галактиката или даже с онези 250 милиона години, през които тя се върти!

Всичко това може да изглежда не като научен проблем, а като някакъв фантастичен комикс към до неотдавна толкова модната (а вече не дотам) космическа тема. Уви, съвсем не е така. Става дума за реален анализ на перспективите за развитие на човечеството за достатъчно дълъг срок. Оттук следва, че проблемът за извънземните цивилизации е проблем не само астрономически, технически или биологичен, но и социален, по точно – футурологичен. Имаме си работа с извънредно сложен проблем.

Естествено може да се спекулира по темата, като се предсказва, че разумните същества, осъзнавайки гибелната перспектива на неограничената експанзия, ще стъпят на пътя към твърди самоограничения с прекратяване на количественото увеличаване на основните показатели на своите цивилизации. Но едва ли е допустимо такава стратегия на развитие да се смята валидна за всички цивилизации. Просто това не е реално. Освен това, развитието “само навътре” е само илюзия. Никакви “Римски Клубове” не могат да предпришат каквито и да са панацеи на тежките проблеми, стоящи пред човечеството даже през предстоящото столетие.

Неизбежният извод е: поне малка част от възникналите във Вселената, в частност – в Галактиката, цивилизации ще поемат пътя на неограничената експанзия. Но в такъв случай ние бихме наблюдавали космически прояви на разумен живот, т.е. нещо като “космически чудеса”. И тук достигахме основния момент: независимо от неимоверното нарастване на ефективността на нашите телескопи и приемници на излъчвания в целия диапазон на електромагнитните вълни, никакви “космически чудеса” засега не са установени. На небето не се виждат никакви “сфери на Дайсън”, не се чуват позивните на нашите предполагаеми “братя по разум”, не се наблюдават следи от космическо строителство, никой никога не е посещавал нашата старица Земя (а би трябвало, след като е толкова симпатична и комфортна планета !). И това – при такова огромно желание на земните жители да се срещнат със споменатите братя, доказателство за което е масовата психоза за срещи с НЛО. Мълчи Вселената, не разкрива дори признаци за разумен живот. А би могла! Все пак свръхцивилизациите, ако има такива, би трябвало да притежават например мощни радиофарове. Със сигурност може да се твърди, че поне в съседната галактика М31, съставена от неколкостотин милиарда звезди, няма нищо подобно.

“Мълчанието на Космоса” представлява изключително важен научен факт. Той се нуждае от обяснение, тъй като очевидно противоречи на концепцията за неограничено развиващите се могъщи свръхцивилизации. По този начин проблемът за Извънземните Цивилизации се оказва като че ли обърнат наопаки. Изглеждаше, че си имаме работа със задачата за “търсене на игла в купа сено”. В действителност въпросът се свежда до задачата за “шилото в торбата”. Най-простото, може да се каже – тривиално, обяснение на явлението “Мълчаща Вселена” е, че свръхвисокоразвити цивилизации в най-близките ни околности от Голямата Вселена (например, в Местната система галактики) **просто няма!** Даже при широко разпространение на явлението живот във Вселената, това е напълно възможно. Само трябва да се направи естественото предположение, че в процеса на еволюция на живота търсените свръхцивилизации въобще не се реализират или, по силата на вътрешните причини на своето развитие (например, неизбежното разрушаване на породилата ги биосфера), имат съвсем кратко време на живот.

Ако се придържаме към напълно естествената гледна точка, че разумът е едно от изобретенията на еволюционния процес, не трябва да се забравя, че не всички

изобретения в крайна сметка са полезни за дадения вид. Природата е сляпа, тя действа “пипнешком”, по метода на пробите и грешките. И ето, оказва се, че огромната част от изобретенията са ненужни и даже вредни за процъфтяването на вида. Така възникват “задънените” клони по стъблото на дървото на еволюцията. Количеството такива клони е неимоверно голямо. По същество историята на еволюцията на живота на Земята е гробище на видове. (Според оценката на биолози-еволюционисти в началото на възникване на живот на Земята видовете са били близо 10^9 . Сега те са не повече от $2 \cdot 10^6$.) Характерен признак за еволюционната задънена улица при някои видове представлява хипертрофията на някоя функция, водеща до прогресивно нарушаване на хармонията. Да си спомним за чудовищно хипертрофираните средства за защита и нападение (рога, брони и др.) на рептилиите през мезозоя. Или, например, неимоверно развитите резци на саблезъбия тигър. И неволно се налага аналогията: а не представлява ли хипертрофираното развитие на разума при *Homo Sapiens* указание, за еволюционната обреченост на този вид? С други думи не представлява ли мозъкът на човека такава хипертрофия на една от функциите на неговия организъм, като рогата и броните на някакъв трицератопос или резците на саблезъбия тигър? И накрая: не представлява ли задънената улица закономерен финал на еволюцията на всички разумни видове във Вселената, което естествено би обяснило нейното мълчание?

Винаги и навсякъде, като нещо самоподразбиращо се е било приемано твърдението, че висшата форма на живот е разумът. Така ли е в действителност? И кой, собствено казано, е доказал това? Какви са всъщност критериите за “висше” и “низше”? Ние изразяваме съмнение във верността на такова твърдение, което представлява израз на антропоцентричната концепция. Природата е равнодушна и от човешка гледна точка жестоко безпощадна към всички свои рожби. Но кой и кога е доказал, че “човешката гледна точка” струва нещо в проблема на еволюцията и развитието на Вселената?

Отказвайки се от заблудата, че разумният живот е най-висшата форма на движение на материята, заставайки на гледната точка, че разумът е само едно от безбройните “изобретения” на еволюционния процес, при това водещо вида, който е надарен с него, до задънена улица, ние, на първо място ще разберем по-добре мястото на човека във Вселената, и второ, ще си обясним защо не се наблюдават космически чудеса. А това, съвсем не е малко ...

Алтернатива на нахвърлената дотук съвсем не “оптимистична” концепция е идеята, че разумът е проява на някакво извънматериално, трансцендентно начало. Това е старата идея за бога и божествената природа на човешкия разум. На далечни, пък и не винаги далечни от науката индивиди тази концепция се вижда къде по-оптимистична и даже нравствена. Трудно е обаче в наше време да се стои на позиция, нямаща нищо общо с науката. Забравянето на основополагащия факт, че ние сме част от обективно съществуващия, познаваем материален свят, не вещае нищо добро, даже и когато поражда лъже-оптимистични илюзии.

Превод: Н. Ахабабян

P.S. Не знам дали и с какво ви е вдъхновил този текст, но след случайна среща на московското летище Шереметьево между Шкловски и нашумелия по онова време съветски поет Роберт Рождественски, на когото Йосиф Самойлович обяснява тезите си, изложени в горния текст, поетът написва поема, отпечатана в “Правда” (17.6.1984 г.), която ние препечатваме тук на 3-та корица. Може би и някой друг ще се вдъхнови за нещо друго ...

Н. А.

НЕОБЯСНИМА ГЪВКАВОСТ НА ТАЛАНТА

*Фактически той искаше да стане физик. По-късно си спомня:
“С радост и голямо усърдие аз изучавах физика по учебниците,
които намерих в библиотеката на баща ми.” Семейството му обаче
не е било в състояние да финансира следването по физика.*

Така подрастващият е трябвало да се задоволи първоначално със слушане на лекции по анатомия и физиология: той става възпитаник на военномедицинско учебно заведение. Същевременно чете учебниците на баща си, за които по-късно казва: “Това бяха твърде старомодни книги, в които флогистонът играеше известна роля, а галванизмът не беше още достигнал до елемента на Волта.” Но със собствени усилия и с посещаване на лекции той достига до новото равнище на физиката и изучава сам математика. През целия си живот скача от дисциплина на дисциплина. Емил дьо Боа-Раймонд говори за “необяснимата гъвкавост” на таланта му.

В действителност има една ясно очертана линия в неговата работа – неговата натурфилософия, почиваща главно на Фихте. Така той стига между другото до заключението, че науката за природата е науката, в която наблюдателят чрез субективни усещания открива скрития в природата закон. Като физиолог той схваща организма като машина, в която не действат други сили освен физични и химични. Поради това той не вярва на изтъкваната и трудно разбираема “жива сила”.

Той се насочва към изследване на силите в тялото и тяхното трансформиране. На 26-годишна възраст формулира закон, според който сумата на “живите сили” и на “силите на дееспособност” в “природните тела” е “константа”. Този закон става основен във физиката. (Но днес бихме използвали вместо “сила” думата “енергия”.)

При търсенето на скритите природни закони му помагат многото уреди, които той разработва в течение на живота си. Един от тях има голям успех в офталмологията. С негова помощ лекарите могат да определят точните параметри на очилата. Ученият обаче използва този уред за други цели: той открива как се акомодираща окото, за да фокусира обекти на различни разстояния. Изобщо той е човек с широки интереси и откривател.

Неговите лекции обаче са били възприемани като лошо структурирани и трудно разбираеми. И Макс Планк не е бил много очарован. Въпреки това ученият е наставник на младия физик: “Когато по време на разговор той ме гледаше със своя спокоен, проникновен и заедно с това доброжелателен поглед, аз изпитвах чувството на безгранична детинска преданост”, си спомня по-късно Планк. “Бих могъл без задръжки да му доверя всичко, което ми е на душата, като бях уверен, че бих срещнал един справедлив и благ съдник. Една дума на признание или похвала от устата му можеше да ме направи по-щастлив отколкото всеки друг успех.”

Кой е този учен?

Въпросът поставя Андреас Лоос, Берлин

Превод: Р. Попиц

(*Physik in unserer Zeit*, N 4, 2001, p. 185)

Ст.н.с. I ст. д-р СТЕФАН БАЛАБАНОВ - на 70 години

На 22.02.2002 г. на Институтския семинар на ИФТТ при БАН бе честван 70 годишният юбилей на ст.н.с. I ст. д-р Стефан Балабанов, асоцииран член на Института. На тържеството, при пълен салон от колеги и приятели на юбиляра, Балабанов бе поздравен от различни представители на физическата колегия. В своята беседа “На какво ме научиха моите учители” (която публикуваме тук – *бел. ред*) юбилярът изнесе много интересни факти от научно-изследователската си дейност.

Стефан Балабанов е роден в София и завършва Пета мъжка гимназия, където преподаването по физика е на особено високо ниво. Следва физика и попада в кръжока по Опитна физика, ръководен от проф. Георги Наджаков. От непосредствения контакт с големия учен, както и с изследователския талант на проф. Разум Андрейчин, Балабанов се оформя като превъзходен експериментатор. Започва работа като тех. н.с. във Физическия институт на БАН през 1955 г. и през следващата година излиза първата му публикация в съавторство с акад. Г. Наджаков и проф. Р. Андрейчин. В този екип Балабанов работи върху изследване на фотоелектретното състояние в сяр и антрацен, върху изменението на контактната потенциална разлика в полупроводници и метали от различни физични фактори, както и по разработването на ротационен електрометър с голяма чувствителност. В един по-късен период Балабанов, съвместно с проф. Н. Кашукеев, започва изследвания по статична електризация в различни диелектрици и други проблеми, наложени от изискванията на нашата индустрия. От 1959 г. е н.с. I ст., а в периода 1962 – 1970 гг. е ръководител на лаборатория “Повърхностни явления и фотоелектрети”; през 1973 г. защитава кандидатска дисертация, а от 1987 г. е ст.н.с. II ст. С. Балабанов е специализирал в Института по кристалография в Москва при проф. В. М. Фридкин, във Физико-техническият институт А. Ф. Йоффе в Ленинград при проф. С. М. Ривкин и в Сибирското отделение на АН в Новосибирск при проф. А. В. Ржанов.

Стефан Балабанов е автор и съавтор на 85 научни публикации в наши и международни списания, на четири изобретения и на над 10 научно-популярни статии. Ръководител и участник в над 30 научно-приложни разработки, някои от които със значителен икономически ефект. Постигнатите от него приложни резултати са използвани в различни области на индустрията – химия на полимерите, текстилна и каучукова промишленост, електропроизводство. Той е член на СФБ, организатор на Клуба на физиците-ветерани при ИФТТ, член на Съвета на Софийския клуб на физиците. В периода 1968 – 1999 гг. е бил член на СНРБ и СУБ.

Юбилярът е известен не само с привързаността си към физическия експеримент, но и със своята привързаност към природните красоти и планината.

Нека му пожелаем здраве и творческо дълголетие, за да продължи да прилага своите знания, опит и талант в научно-приложните си изследвания и в общественото-организационните си ангажименти.

Крум Коленцов

НА КАКВО МЕ НАУЧИХА МОИТЕ УЧИТЕЛИ ...

Стефан Балабанов

Както на мнозина е известно, най-голямото постижение на големия български учен-физик акад. Георги Наджаков, е свързано с откриването на фотоелектричното състояние във fotocувствителни диелектрици. Значително по-малък кръг от специалисти знаят, че тези изследвания са проведени без изключение с класически квадрантни електрометри. Това друго направление, свързано с развитието на теорията и практиката на класическата електростатична електрометрия, акад. Наджаков ръководеше и сам лично развиваше до последните си дни. Това не е случайно, защото още като млад асистент във физико-математическия факултет на Софийския университет е работил с нишкови и квадрантни електрометри. Младият тогава учен не се задоволява само да прави научни изследвания с тези високочувствителни (но и много капризни) уреди. Тук той прави редица съществени приноси, като реализира на практика нови торзионни електрометри и същевременно стига до важни обобщаващи заключения за теорията на тези уреди. По време на специализацията си в Париж през 1925 – 1926 г. Г. Наджаков работи също с класически електрометри на тема “Изследване на фотопроводимостта на твърди диелектрици - сяра - с квадрантен електрометър.”, поставена му от видния френски учен Пол Ланжвен.

По-късно във Физико-математическия факултет на Софийския университет Г. Наджаков извършва голяма част от своите изследвания също с класическите електрометри. След Втората световна война през 1947 г. научните му приноси са свързани също с тази проблематика. Тогава излиза неговата работа “Един нов електрометричен метод за измерване на ефекта на Волта”. Изследванията върху фотоволтаичния ефект при диелектрици (1937 г.) бива продължен съвместно с проф. Разум Андрейчин отначало с поликристална сяра, а по-късно с кадмиев сулфид (1954 г.), като за измерванията се използва също електростатичен електрометър.

Научните търсения върху фотоелектричното състояние (от 1937 г.) са продължени едва през 1951 г. съвместно с проф. Н. Кашукеев, но и те са извършени с класически електростатичен електрометър. Тук можем да си зададем резонния въпрос: Защо след откриването на това явление през 1937 г. у нас не се правят никакви изследвания? Още повече, че точно по това време започва активното разработване на приложението на оптичното запомняне за получаване на електрофотографско изображение. Всъщност активната разработване на същия проблем от Ч. Карлсон, привлечен по-късно в Института Бътел в САЩ, обхваща именно този период – 1938–1944 гг. Тогава биват открити, технически разработени и патентовани всички основни принципи, на които се базира съвременната електрофотография, наречена още ксерография.

Отговорът на горните въпроси не е еднозначен и сигурно ще остане дискуссионен. Много вероятно е обаче допускането, че по онова време у нас е нямало подходяща среда за реализация на електрофотографското изображение на базата на фотоелектричното състояние на веществото. Тази среда – полупроводник или диелектрик, трябва да притежава висока фотоелектрична чувствителност, каквато сярата няма. От друга страна известните по онова време полупроводникови материали с висока чувствителност не формират това състояние. Причината е, че генерираните при светлинно възбуждане електрони и дупки (разделени от електрично поле) не могат да останат достатъчно дълго време на локални нива в забранената зона на полупроводника. Казано по-точно това означава, че в забранената зона няма дълбоки уловки както за електрони, така и за дупки. Що се отнася до началните изследвания на

Ч. Карлсон, то той започва също със сяра, нанесена в тънък слой върху метална пластинка. Той обаче заменя горния електрод от металната мрежа с механична електризация на сярата (натриване с плат), а по-късно с коронен разряд във въздух. Поради ниската фоточувствителност на сярата при следващите опити слой сяра е заменен с тънък слой стъкловиден (аморфен) селен. Това решава въпроса, понеже системата за задържане на повърхността на селена с газови йони дава възможност (след осветяване) да се формира латентно електростатично изображение, което веднага след това се проявява. Горният процес обаче не е свързан с формиране или разграждане на фотоелектретното състояние по време на експонирането и обикновено се нарича класически електрофотографски процес или ксерография (???). Въпреки това в секция “Научна апаратура и специални въпроси” на ФИ на БАН акад. Г. Наджаков ръководи до 1962 г. няколко теми и в тази област. Една от лабораториите към тази секция – Лабораторията по електрофотография със завеждащ Владимир Кусев развиваше както класическата електрофотография и електрорентгенография, така и възможностите за формиране на рентгеново изображение на базата на фотоелектретното състояние на материята. Тези две направления продължават да се развиват и в ИФТТ до средата на 70-те години. Паралелно с това в друга лаборатория към секцията “Повърхностни свойства на полупроводниците и фотоелектретите” се изследват ефекти на запамятване на основата на това състояние в тънки слоеве от кадмиев сулфид; темата се ръководи от пишещия тези редове, а в изследванията участват Ст. Симов, Е. Николова, Н. Пашов и М. Михайлов.

От друга страна, в периода 1971-1975 г. акад. Наджаков продължаваше да развива класическата електрометрия с темата: “Електростатично-електрометрични изследвания на нови типове торзионни електростатични електрометри и волтметри”, фигурираща като планова задача на института. При планирането на бъдещата работа в секцията той често негодуваше срещу прекаленото администриране и особено срещу “дългосрочното планиране”, т.е. за пет или повече години на научна дейност. Често казваше, че всеки учен е длъжен да заделя част от времето, даже до 1/3, за свободно търсене. Не случайно в перспективния петгодишен план, изготвен през 1970 г., по негово лично настояване бе записано след плановите проблеми в секцията: “Свободно търсене на нови теми и идеи” с участници акад. Наджаков и всички научни и технически сътрудници на Физическия институт. Още като кръжочник, а после и като негов дипломант в катедрата “Опитна физика”, разбрах, че акад. Наджаков държи много на приложението на научните разработки. Работейки още от самото начало с разработения от него асиметричен торзионен електрометър и метод за определяне на отделителната работа на метали чрез измерване на контактната потенциална разлика, беше поставена тема с практическа насоченост: “Изследване на влиянието на температурата върху началната електрохимична корозия на стомана чрез измерване на КПТ”. Преди да започна работа по темата акад. Наджаков ми даде четири монографии от руски автори – проф. Акимов и проф. Томашов, с които се беше срещал в Москва, което разбрах от автографите. По-късно през 1975 г., вече научен сътрудник във Физическия институт, съвместно с доц. В. Василев и по идея на акад. Наджаков успяхме да извършим едно много трудно експериментално изследване. Трудностите идваха от това, че във вакуумния стъклен звънец беше монтиран електростатичен квадрантен електрометър, а всички манипулации, включително и вакуумното изпарение на метала върху “иглата” на електрометъра, се командваха чрез шлифове в масивната стъклена плоча. Целта на изследването беше да се измери кинетиката на пасивиране на свежо изпарени повърхности от злато и алуминий при пускането на въздух в системата. За изменението на свежоизпарената повърхност се съдеше по контактната потенциална разлика спрямо златната повърхност. Във връзка

с горните изследвания може би трябва да отбележим, че още през 1937 г. акад. Наджаков е автор на “Пасивитетна теория на латентния образ”. Що се отнася до фотоелектретното състояние, то изследванията в тази област се появяват едва през 1950 г., когато акад. Наджаков, съвместно с проф. Н. Кашукеев, получава нови резултати, публикувани през 1951 и 1952 гг.

Няколко години по-късно (през 1955 г.) в Института по кристалография на АН в Москва започва да се работи в същата област. В Лабораторията по електрични и оптични свойства на кристалите се изследват електретните свойства на карнаутски восък, нафталин, антрацен и сяра. Следват публикации по фотоелектретното състояние в антрацен и сяра. Тези работи се извършват основно от В. Фрадкин, първоначално под ръководството на проф. И. Жолудев.

През същата 1955 г. американските учени Калман и Розенберг публикуват във *Physical Review* статията “Постоянна вътрешна поляризация”, третираща същия проблем. Така интересът към него наново се засилва, като се очакваше, че изследванията ще дадат нови възможности за развитие на електрофотографията. За съжаление получените резултати в този период (1950-1970) не дадоха достатъчно основания за практическото използване на изучените до момента материали. Поради това интересът към изследването на фотоелектричното състояние на материята започна бързо да намалява. Както бе вече изтъкнато, съществената пречка е съчетанието, в обема на един материал да се наблюдава висока фотоелектрична чувствителност и трайна фотопамет. Все пак да напомним, че проблемът намира компромисно решение в MOS структури на базата на монокристален силиций с оксиден SiO_2 слой. В тази система, както е известно, светлината генерира неравновесни носители в полупроводника, които се залавят в диелектрика в условия на достатъчно силно електрично поле.

Що се отнася до реализирането на ФЕС в еднослоен материал, то в последно време се очертават и други възможности. Изследванията и методите за получаване на нано-материали, както и на значително по-големи клъстери или верижни структури в различни диелектрични матрици вероятно ще доведат до нови решения на проблема.

Във връзка с горните проблеми, често си спомням съветите на акад. Шубников, тогава директор на Института по кристалография в Москва. Той започна да разказва нещо, звучащо като анекдот за работата на един американски учен. В разстояние на един месец той идвал редовно на работа, но не работел, а отварял прозореца и гледал към парка. Написаната след това негова работа била най-добрата за годината. Коментирайки случая, акад. Шубников продължи: “Аз мисля, че ученият не бива да работи непрекъснато, а понякога да спре и добре да премисли и ако се наложи и да преобмисли извършената до момента работа. Това може понякога да промени и посоката на бъдещите му изследвания”. Такъв стил на работа съм наблюдавал например в творческата дейност на проф. В. Фрадкин. Той защитава докторска дисертация по фотоелектрети и електрофотография в Института по кристалография и през следващите години публикува над 25 статии и две монографии по темата. От друга страна той преценява правилно, че в близко бъдеще не се очаква съществено развитие на проблема в научен или приложен аспект. Именно по тази причина същият преминава по-късно към изследвания на оптични и електрични свойства на нови сегнетодиелектрични кристали. При една среща у нас с проф. Фрадкин разбрах за един интересен разговор между него и проф. Наджаков. Последният запитал какви са причините да се откаже от по-нататъшни изследвания в областта на фотоелектричното състояние. Проф. Фрадкин смело отговорил, че той постъпва така, както е постъпил акад. Наджаков през 1937 г. Младият тогава руски учен също е забелязал, че от тогава до 1950 г. у нас изследвания по тази тема също не се правят.

И така “преосмислянето” на извършеното и за двамата учени довежда до пренасочване на интересите им към други по-актуални или съседни области. За акад. Наджакров това са теоретични и нови конструктивни решения в областта на класическата електрометрия. В тази област той продължава да прави нови оригинални приноси, без прекъсване до последните си дни.

Посещавайки научни институти или известни университети в Западна Европа, в Москва или научния център в Дубна, акад. Наджакров обичаше да казва, че там се прави “голяма наука”. И веднага добавяше, че това не трябва да ни обезкуражава, защото много нови идеи могат да бъдат реализирани даже и с относително скромните средства, с които разполагаме. Трябва да се знае, че акад. Наджакров стимулираше максимално развитието на техническите отдели, като в някои от тях се развиваше и научното уредостроене.

През последните години от живота си акад. Наджакров понякога се ядосваше, че в работилниците му бавят поръчка и все бързаше. Тогава той често казваше: “Аз тук имам някои нови неща за довършване, а вие ме бавите ...” Случайно присъствах в кабинета му на един такъв разговор. Когато майсторите излязоха, той по-скоро на себе си тихо каза: “А бе, то никой не е открил нещо голямо след 80 години, но все пак ...” И тогава си спомних, че моят учител обичаше да казва: “Ученият трябва винаги да търси новото в науката. Никога не спирайте!” Тези напътствия остават като един завет за по-младите наши колеги, които днес при големи трудности успяват да извършват научни изследвания. Те правят това частично у нас, но в по-голяма степен в други европейски научни центрове и университети. Но от друга страна това е една прекрасна основа за едно бъдеще с по-равностойно участие на нашите млади учени в европейската физическа общност.

Днес ние можем да се гордеем с това, че български физик е откривател на фотоелектричното състояние на веществото. От тук започва и развитието на съвременната електрофотография. От тук трябва да се търси и съвременното развитие на оптичните памети, базиращи се на фотопроводимост и фотополяризация в редица полупроводникови материали.

Годишна среща на Европейското физическо дружество (ЕФД), проведена на 22-23 март 2002 г. в Берлин

Срещата имаше обикновения дневен ред на редовна годишна среща за отчет на дейността, приемане на бюджета, преглед на предстоящите научни събития и задачи, а също – избор на нови управителни органи. На заседанието присъстваха 58 представители на 20 национални дружества, членовете на изпълнителния комитет, представители на отделения на ЕФД, на печатните органи, на асоциираните и индивидуалните членове и др. От СФБ на срещата присъства проф. дфн Иван Лалов.

На заседанието бяха обсъдени стратегически задачи на ЕФД в няколко посоки, като обсъжданията често имаха форма на т.нар. “мозъчна атака”. Едно от централните места заемаха отношенията с Европейския съюз, като беше обърнато внимание, че е необходимо непрекъснатото сътрудничество с две от комисиите – по научни изследвания и по култура и образование, а също – да се търси лоби в Европейския парламент. Необходимо е да се показва ролята на ЕФД при намиране на експерти по проектите и в осигуряване на определена координация на връзките на националните физически дружества с Европейската комисия. Беше изказана и обсъдена идеята за създаване на постоянно представителство на ЕФД в Брюксел (като “постоянна антена”).

Подчертана бе ролята на следните фактори:

А. VI рамкова програма за научни изследвания;

Б. Европейската научна фондация като фактор за развитие на изследванията.

Централно място имаше и въпросът за образованието по физика на фона на непрекъснато намаляващия брой студенти по физика, което може да постави под заплаха бъдещите научни изследвания и приложенията на физиката в индустрията. Значителни надежди се възлагат на мрежата EUPEN, която трябва да координира дейността по развитие на европейското висше образование по физика. Мрежата EUPEN е включена в пилотна система на ЕС за развитие на оценяването на качеството в европейското висше образование (заедно със съответни програми по история и ветеринарни науки). Годишната среща на EUPEN ще се проведе във Варна на 6 и 7 септ. 2002 г. В същото време двете секции на отделението по образование – университетско и предуниверситетско – търсят най-ефикасните дейности. Отбелязана бе положителната роля на двете програми “Физиката на сцената 1 и 2” за популяризиране на физиката сред младите.

Сериозно беше обсъждан въпросът за връзките на ЕФД и на европейските физици с големите компании. Неоднократно се отбелязваше, че дейността на ЕФД трябва да бъде направена видима за тях, да се информират за новите открития във физиката и да се алармират за проблемите, които могат да възникнат в скоро време пред компаниите поради малкия брой студенти физици. Интересно е, че беше подчертан конкретният характер на тези връзки, които трябва да се развиват: 1. целенасочено; 2. на регионално и национално ниво; 3. активно и непрекъснато.

Предмет на сериозни обсъждания бяха т.нар. “главни оси” на работата по годината на физиката – 2005, формирани по следния начин:

- промоция на публичното представяне и ролята на физиката;
- преподаването на физиката;
- физиката като база на много дисциплини и инкубатор за нововъзникващи научни и технологични области;
- големите предизвикателства пред физиката през 21-ви век, който за разлика от 20-ти няма да бъде век на физиката.

Отделенията на ЕФД направиха годишни отчети на своята дейност, което демонстрира картината на европейските изследвания по физика. Създадени бяха две нови отделения: физиката в науките за живота и физика на околната среда. И в двете обсъждания имаше бележки от някои досегашни отделения, че се предreshават въпроси по създаването на нови структури, без да се допитват до съществуващите. Но докато първото отделение бе прието практически от всички, предложението на проф. Зеревос, председател на Балканския физически съюз, за създаване на второто отделение почти раздели гласовете “за” и “против”. Предвид немалкия брой физици, които работят по екологични проблеми, а също – очевидните контактни точки на екологията и физиката, възраженията срещу второто отделение са или вътрешно-корпоративни (опасения, че ще се намали влиянието на някои отделения на ЕФД), или скрито политически. Председателят на СФБ подкрепи създаването на отделението от принципни позиции, а в последващ разговор с проф. Зеревос го информирах, че конференцията на СФБ в Пловдив е посветена на екологични аспекти в образованието по физика, и му споменах, че тя може да бъде място за промоция на новото отделение.

Значително внимание бе отделено на научните публикации по физика, както в издания на ЕФД, така и въобще. Подчертана бе ролята на службата “Phys Net” и на необходимостта националните дружества да се свържат с тази мрежа, която включва всички професионални аспекти на физиката. Необходимо е СФБ да потърси възможности за активно сътрудничество с мрежата.

Представителят на Германското физическо дружество отбеляза значителното поскъпване на абонаментите и налагащата се редуция на абонаментите. Изказана бе препоръка като възможен изход да се публикува в собствените авторитетни списания, което ще повиши техният импакт-фактор.

Комитетът “Изток-Запад” отчете дейност, която е продължение на досегашната (по същите принципи и с приблизително същия бюджет). Заслужава да се отбележи становището на Спиро (Франция), който предложи от името на Отделението по физика на високите енергии да се установят специални връзки с източноевропейските университети.

На годишната среща бяха обсъдени и вътрешни въпроси на ЕФД. Приет беше бюджетът за следващата финансова година (около 650 хил.евро). Генералният секретар Д. Лий информира за новостроящата се сграда на ЕФД в Мюлюз, финансирана от френското правителство, която ще бъде готова през 2003 г. Непрекъснато се дискутираше необходимостта и пътищата за по-голямо финансиране, за да може ЕФД да развива по-мощна дейност.

Другият пункт, който се смята за много важен за бъдещето на ЕФД, е развитието на връзките с националните дружества. Засегнати бяха мотивите на националните дружества да членуват в ЕФД, от които бяха подчертани:

1. представянето на физиката и физиците пред ЕС, независимо от известно дистанциране на европейските чиновници от институции като ЕФД;
2. установяване чрез ЕФД на европейска акредитационна система във физиката;
3. изработване и участие чрез ЕФД на проекти като “Физиката на сцената”, “Животът във Вселената” и т.н. Много настоятелно бе поставен въпросът за контактното лице за връзките на всяко национално дружество с ЕФД.

Представителят на Унгарското физическо дружество информира за подготовката на EPS-12, която ще се състои през август 2002 г. в Будапеща, съпроводена с конференция на младите физици и с Генерална асамблея на ЕФД. Организационният комитет изпитва финансови затруднения, но има средства за спонсориране на млади физици (до 35-40 години).

На проведените избори беше избран със значително мнозинство за председател, който ще встъпи в длъжност следващата година, швейцарският професор Мартин Хубер. Преизбран бе съставът на Изпълнителния комитет на ЕФД, като единственият нов член бе литовският професор Рудзикас.

Конференцията протече в колегиална и делова атмосфера в “Магнус хаус” – сградата на Германското физическо дружество. На срещата бе демонстрирана общността на проблемите и интересите на европейската физическа колегия, а естествено – и различната острота на тези проблеми в отделните страни.

Иван Лалов

Бор - Не, не, но търпение, скъпа, търпение!

Маргрет - Търпение ли?

Бор - Стори ми се, че си раздразнена.

Маргрет - Изобщо не съм.

Бор - Трябва да проследим нишките обратно до началото на лабиринта.

Маргрет - Следя всяка ваша стъпка.

Бор - Ти не ни се сърдеше, нали?

Маргрет - Да ви се сърдя?

Бор - Задето те оставих сама в къщи.

Маргрет - Когато отидохте на похода ли? Разбира се, че не. Защо трябваше да ви се сърдя? Ти трябваше за известно време да си във от къщи. Двамата нови сина, при това природени, щяха да дойдат твърде много за кой да е мъж да изтърпи.

Бор - Двама нови сина?

Маргрет - Хайзенберг.

Бор - Да, да.

Маргрет - И нашия собствен син.

Бор - Оге?

Маргрет - Ернест!

Бор - 1924 г. - разбира се - Ернест.

Маргрет - Номер пет. Така ли е?

Бор - Да, да, да. И ако това е било през март, ти си права, щеше да е много повече, отколкото ...

Маргрет - Една седмица.

Бор - Една седмица? А, да, една седмица. И ти наистина не ми се сърдеше?

Маргрет - Не, разбира се. Бях доволна, че намери оправдание да се измъкнеш. Ти винаги отиваше на екскурзия с новите си асистиенти. Така направи и с Крамерс, когато той пристигна през 1916 г.

Бор - Да, когато, струва ми се, Кристиан беше само на ...

Маргрет - Една седмица.

Бор - Да ... Да ... Тогава едва не убих Крамерс.

Хайзенберг - Надявам се, не с капсулен пистолет?

Бор - С мина. Докато ходехме.

Хайзенберг - О, мината. Да, ти ми разказа това на нашата екскурзия. Не само Крамерс - ти едва не уби и себе си!

Бор - Мина, довлечена в плитчините ...

Хайзенберг - И, разбира се, те веднага започват да се състезават кой от тях ще я улучи с камък. Какво си мислехте, че е това?

Бор - Нямам представа.

Хайзенберг - Отломък от Елсинор, може би.

Бор - Елсинор?

Хайзенберг - Тъмнината в човешката душа.

Бор - Но и ти направи нещо не по-малко смахнато.

Хайзенберг - Аз ли?

Бор - Заедно с Дирак в Япония. Изкачил си се на една пагода.

Хайзенберг - О, пагодата.

Бор - След това си застанал на върха прав. Така казва Дирак. На един крак. При силен вятър. Радвам се, че не съм бил там.

Хайзенберг - Пак Елсинор, признавам си.

Бор - Елсинор, няма съмнение.

Хайзенберг - Завиждах на Крамерс, така да знаеш.

Бор - Негово Сиятелство. Нали така го наричаше?

Хайзенберг - Защото той беше такъв. Твоят пръв кардинал. Твоят любим син. Докато не се появих аз на сцената.

Маргрет - Той беше забележителен виолончелист.

Бор - Той беше забележителен във всичко.

Хайзенберг - Прекалено забележителен.

Маргрет - Аз го харесвах.



(отдясно - наляво) Хайзенберг, Дирак и Иваненко

Хайзенберг - А аз бях ужасен от него. Когато за пръв път бях в института. Бях ужасен от всичко в него. Тук при тебе всички бяха деца-чудо - всички бяха блестящи и образовани. Но Крамерс беше законният наследник. Ние всички трябваше да работим в общата зала. Но Крамерс разполагаше със собствен кабинет в съседство с твоя - подобно на електрон, намиращ се на най-близка орбита до ядрото. И него много не го вълнуваше моята физика. Той беше убеден, че ти можеш да обясниш всичко за атома с помощта на класическата физика.

Бор - Е, той грешеше.

Маргрет - Но много скоро неговият кабинет остана празен.

Бор - И на най-вътрешната орбита се появи друг електрон.

Хайзенберг - Да, и в продължение на три години ние живяхме вътре в атома.

Бор - А на външните орбити около нас имаше други електрони из цяла Европа.

Хайзенберг - Макс Борн и Паскуал Йордан в Гьотинген.

Бор - Да, но Шрьодингер в Цюрих, Ферми в Рим.

Хайзенберг - Чадуик и Дирак в Англия.

Бор - Де Бройл в Париж.

Хайзенберг - Гамов и Ландау в Русия.

Бор - Всеки със всеки свързан.

Хайзенберг - Статии и чернови на статии кръстосват по пощите.

Бор - Спомняш ли си, когато Уленбек и Гудсмит правеха спина?

Хайзенберг - Една последна променлива в квантовото състояние на атома, която никой не може да разбере. Последното препятствие ...

Бор - И двамата откачени холандци с тяхната шантава идея, че електроните могат да се въртят по различни начини.

Хайзенберг - И, разбира се, първото нещо, което всеки иска да знае, е: как ще се отнесе Копенхаген към това?

Бор - Случва се така, че аз съм на път за Лайден.

Хайзенберг - И пътуването се превръща в папско шествие! По пътя влакът спира в Хамбург ...

Бор - Паули и Щерн чакат на платформата, за да ме питат какво мисля за спина.

Хайзенберг - И ти им казваш, че идеята е грешна.

Бор - Не, казах им, че тя е много ...

Хайзенберг - Интересна.

Бор - Мисля, че точно тази дума избрах.

Хайзенберг - Тогава влакът потегля към Лайден.

Бор - И на границата ме посрещат Айнщайн и Еренфест. И аз променям мнението си, защото Айнщайн - Айнщайн, разбираш ли? - аз съм папата, но той е Бог, - защото Айнщайн е направил релативистки анализ и това разрешава всичките ми съмнения.

Хайзенберг - Междувременно аз замествах Макс Борн в Гьотинген, така че ти се отбиваш там на обратния път към къщи.

Бор - И на гарата ме посрещате ти и Йордан.

Хайзенберг - Със същия въпрос: какво мислиш за спина?

Бор - А когато влакът спира в Берлин, на платформата чака Паули.

Хайзенберг - Волфганг Паули, който предпочита да се излежава винаги, когато това е възможно ...

Бор - И който вече беше ме посрещнал в Хамбург на отиване ...

Хайзенберг - Той е пропътувал цялото разстояние от Хамбург до Берлин с единствената цел да те види отново ...

Бор - И да разбере как по пътя са се развили моите схващания за спина.

Хайзенберг - О, какви години! Какви удивителни години! Онези кратки три години!

Бор - От 1924 до 1927.

Хайзенберг - Откакто аз пристигнах в Копенхаген, за да работя заедно с теб ...

Бор - До заминаването ти за Лайпциг, където поех ръководството на катедрата.

Хайзенберг - Три години на сурова и освежителна северна пролет.

Бор - В края на които ние вече имахме квантова механика, имахме неопределеност ...

Хайзенберг - Имахме допълнителност ...

Бор - Имахме цялата Копенхагенска интерпретация.

Хайзенберг - Европа отново е в пълното си сияние. Един нов Ренесанс и Германия отново на заслуженото си място в неговата сърцевина. И кой беше начело на всички останали?

Маргрет - Ти и Нилс.

Хайзенберг - Е да, бяхме ние.

Бор - Ние бяхме.

Маргрет - Това ли е, към което ти се опитваше да се върнеш през 1941 г.?

Хайзенберг - Към нещо, което ние правехме през онези три години ... Нещо, което казвахме, което мислехме ... Непрестанно ми се мярка пред очите, когато разговаряме! Нещо за начина, по който работехме. Нещо за начина, по който направихме всичко онова ...

Бор - Заедно.

Хайзенберг - Заедно. Да, заедно.

Маргрет - Не.

Бор - Не? Какво искаш да кажеш с това "не"?

Маргрет - Не заедно. Вие не направихте нито едно от онези неща заедно.

Бор - Заедно беше. Разбира се, че заедно.

Маргрет - Не, не е така. Всяко едно от тези неща вие направихте, когато бяхте разделени. *Ти* пръв разработи квантовата механика, когато беше на остров Хелиголанд¹.

Хайзенберг - Да, по това време вече беше лято и аз се мъчех с моята сенна хрема.

Маргрет - И на Хелиголанд, останал сам на себе си, на скалист пустинен остров сред Северното море, ти сам каза, че нищо не те е разсейвало ...

Хайзенберг - Главата ми започна да се прояснява и аз видях много ясно как би трябвало да изглежда атомната физика. Изведнъж осъзнах, че би трябвало да я ограничим в рамките на измерванията, които можем реално да осъществим, в рамките на онова, което е реално наблюдаемо. Ние не можем да видим електроните вътре в атома ...

Маргрет - Не повече, отколкото Нилс може да види мислите в твоята глава или ти да видиш мислите в неговата.

Хайзенберг - Всичко, което можем да видим, са ефектите, създавани от електроните върху светлината, която те отразяват ...

Бор - Но трудностите, с които ти се мъчеше да се справиш, бяха същите, които ние изследвахме заедно на обедите в апартамента ни, на брега в Тисвилде.

Хайзенберг - Разбира се. Но аз добре си спомням онази вечер, когато математиката за пръв път произведе звъна на принципа.

Маргрет - На Хелиголанд.

Хайзенберг - На Хелиголанд.

Маргрет - Сам със себе си.

Хайзенберг - Беше ужасно трудно, тогава не познавах матричното смятане ... Бях извънредно възбуден, непрекъснато правех грешки. Но към три часа сутринта чудото

стана. Струваше ми се, че през повърхността на атомните явления надзъртам в странно красив вътрешен свят. Толкова съм възбуден, че не мисля за сън. Спускам се към южния край на острова. Има една скала, подаваща се в морето, която аз отдавна мечтаех да изкача. В полуздрача преди зората съм на нея, лягам на върха и се заглеждам в морската далечина.

Маргрет - Съвсем сам.

Хайзенберг - Съвсем сам. И бях толкова щастлив.

Маргрет - По-щастлив, отколкото беше, когато се завърна при нас в Копенхаген през следващата зима.

Хайзенберг - Какво, с всичките онези глупости на Шрьодингер ли?

Бор - Глупости? Хайде, хайде. Вълновата формулировка на Шрьодингер ли наричаш глупост?

Маргрет - Да, изведнъж всички обърнаха гръб на твоята великолепна нова матрична механика.

Хайзенберг - Никой не може да я разбере.

Маргрет - Но *могат* да разберат Шрьодингеровата вълнова механика.

Хайзенберг - Защото са я изучавали в училището! Връщане назад към класическата физика! И когато аз проявявам известна предпазливост спрямо нея ...

Бор - Известна предпазливост ли? Не искам да ти противореча, но това си беше ...

Маргрет - ... Ти я нарече отблъскваща!

Хайзенберг - Казах, че физическите изводи са отблъскващи. А Шрьодингер каза, че моята математика е отблъскваща.

Бор - Струва ми се, че ти употреби друга дума ... не ми е удобно да я произнеса в смесена компания.

Хайзенберг - Употребих я в частен разговор. Но по това време хората бяха пошурели.

Маргрет - Мислеха, че ти просто завиждаш.

Хайзенберг - Някой даже допусна, че става дума за странен вид интелектуален снобизъм. Ти беше извънредно възбуден.

Бор - Заради тебе.

Хайзенберг - Ти покани Шрьодингер тук ...

Бор - Да направим спокойно обсъждане на нашите различия.

Хайзенберг - А се нахвърли върху него като полудял. Посрещна го на гарата - разбира се, - и се вкопчи в него, преди даже той да е свалил багажа си от влака. И после продължи така от сутрин до вечер.

Бор - Аз ли съм продължил? Той продължаваше.

Хайзенберг - Защото ти не искаше да направиш ни най-малка отстъпка!

Бор - Нито пък той!

Хайзенберг - Ти го побоя! Той отиде да си легне, за да се отърве от теб!

Бор - Той имаше лека простуда.

Хайзенберг - Наложих се Маргрет да се грижи за него.

Маргрет - Носех му чай с кекс, за да поддържам силите му.

Хайзенберг - Да, а ти го преследваше даже в болничната му стая! Сядаше на леглото и се нахвърляше върху него!

Бор - По абсолютно любезен начин.

Хайзенберг - Ти беше едновременно и папата, и Съветът на отците и инквизицията! И тогава, тогава, след като Шрьодингер беше си тръгнал за Цюрих - това аз няма никога да забравя, Бор, това няма никога да ти позволя да забравиш - ти започна да заставаш на негова страна. Ти застана срещу мен.

Бор - Защото по това време вече *ти* беше откачил! Беше станал фанатик! Отказваше да видиш каквото и да е място за вълновата теория в квантовата теория!

Хайзенберг - Ти изцяло се беше преобърнал!

Бор - Казах, че вълновата механика и матричната механика са просто алтернативни инструменти.

Хайзенберг - Нещо, за което винаги си ме обвинявал. "Щом нещо работи, то е добро". Няма значение какъв е смисълът му.

Бор - Но за мен, разбира се, има значение какъв е смисълът.

Хайзенберг - Смисълът, изразен на говорим език.

Бор - На прост език, да.

Хайзенберг - Това, което нещо означава, е неговото значение в математиката.

Бор - Ти смяташ, че щом математиката работи, смисълът няма значение.

Хайзенберг - Математиката е смисъл! Именно това е смисълът!

Бор - Но в крайна сметка, в края на краищата, обърни внимание, ние трябва да можем да обясним всичко на Маргрет!

Маргрет - Да обясните на мен? Та вие не можехте даже един на друг да обясните! Вие се карахте по цял ден чак до късна нощ! Вие и двамата се зачервявахте от възбуда и ярост!

Бор - Стигахме до пълно изтощение.

Маргрет - Но вас ви довърши мъглинната камера.

Бор - Да, защото когато откъснеш електрон от атом и го пуснеш през мъглинна камера, можеш да видиш следата, която той оставя.

Хайзенберг - И това е просто скандално. Не би трябвало да има следа!

Маргрет - Според твоята квантова механика.

Хайзенберг - Няма *никаква* следа! Никакви орбити! Никакви следи или траектории! Само външни ефекти!

Маргрет - Само че следа има. Виждала съм я със собствените си очи - така ясна като следата от минаващ кораб.

Бор - Това беше забавен парадокс.

Хайзенберг - Ти просто обожаваше парадоксите, това ти е проблемът. Ти се опиваше от противоречията.

Бор - Да, а ти никога не си можал да разбереш богатството, което се крие в парадокса и противоречието. Това е *твоят* проблем. Ти живееш и дишаш в средата на парадокси и противоречия, но не си в състояние да усетиш красотата им, така както рибата не може да почувства красотата на водата.

Хайзенберг - Понякога се чувствах така, сякаш съм зазидан в помещение без прозорци. Ти не осъзнаваш колко агресивен си. Кръстосваш по стаята така, като че ли си готов да изядеш някого - и аз мога да предположа кой ще бъде това.

Бор - Все пак това е начинът, по който правехме физика.

Маргрет - Не. Не! Накрая ти отново постъпи, както си знаеш! Даже ти! Ти отиде на ски в Норвегия.

Бор - Трябваше да се измъкна от всичко това!

Маргрет - И разви допълнителността в Норвегия, самостоятелно.

Хайзенберг - При скоростта, с която кара ски, той трябва да прави нещо, за да поддържа кръвообращението си. Той или трябва да прави физика, или да се окаже с някой премръзнал крайник.

Бор - Да, а ти си остана в Копенхаген ...

Хайзенберг - И най-после започнах да размишлявам.

Маргрет - Вие двамата сте много по-добри, когато сте разделени.

Хайзенберг - Неговото отиване извън града беше за мен освобождение, подобно на онова, когато на Хелиголанд се отървах от сennата хрема.

Маргрет - Ако бях учителка, аз никога не бих ви разрешила да седите близо един до друг.

Хайзенберг - И именно тогава аз разработих неопределеността. Докато се разхождах сам из Фелд Парк през една ужасно мразовита февруарска нощ. Вече е много късно и в момента, когато свървам в парка, аз съм съвсем сам в тъмнината. Започнах да си мисля какво ли би видял ти, ако можеше от планините на Норвегия да насочиш към мен телескоп. Щеше да ме видиш близо до уличните лампи на Блегдамсвей, след това нямаше да виждаш нищо, защото аз изчезнах в тъмнината, а после щеше отново да ме зърнеш, когато минавах покрай лампата пред подиума на оркестъра. А това е същото, което ние виждаме в мъгливната камера. Не непрекъсната следа, а поредица от образи - поредица от удари между прелитащия електрон и различните молекули на водната пара ... Или пък да вземем теб, твоята велика папска процесия към Лайден през 1925 г. Какво можеше да види Маргрет от това тук, в дома си в Копенхаген? Може би, цветна пощенска картичка от Хамбург. После от Лайден. После картичка от Гьотинген. После от Берлин. Защото това, което ние виждаме в мъгливната камера, не са даже самите удари, а водните капчици, които кондензират около тях, големи колкото градове спрямо човек, относително даже още по-големи - цели държави - Германия ... Холандия ... отново Германия. Няма никаква следа, няма никакви точни адреси, само мъглява последователност от посетените страни. Не знам защо по-рано не бяхме помисляли за това - освен че бяхме така заети в спорове, че изобщо не можехме да мислим.

Бор - Ти, изглежда, си се отказал от всякакви форми на дискусия. Когато се завърнах от Норвегия, аз разбрах, че ти вече си написал статията си за неопределеността и даже си я изпратил за публикуване!

Маргрет - И започва една още по-люта битка.



Бор, Хайзенберг и Паули

Бор - Драги ми Хайзенберг, не може да се нарече открито такова поведение, когато бързаш да пратиш за отпечатване материал, преди изобщо да сме го обсъдили! Това не е начинът, по който ние работим!

Хайзенберг - Не, разбира се, защото начинът, по който ние работим, е ти да ме преследваш от рано сутринта до късно вечерта! Начинът, по който ние работим, е, че ти ме довеждаш до полуда!

Бор - Да, защото статията ти съдържа фундаментална грешка.

Маргрет - Отново се започва.

Хайзенберг - Не, но аз му посочвам най-удивителната истина за света, каквато никой от нас не е срещал след възникването на относителността - а тя е, че никога не можем да знаем всичко за движението на дадена частица или на нещо друго, даже Бор, както сега кръстосва нагоре-надолу из стаята по своя подлудяващ начин, защото той не може да я наблюдава, без при това да вкара някакъв нов елемент в обстановката - било то водна молекула, с която да се удари, или порция светлина - все неща, което притежават собствена енергия и които поради това въздействат върху това, с което се удрят. За Бор това въздействие все пак е малко ...

Бор - Да, ако ти знаеш къде съм аз със същата точност, с която боравим, когато имаме пред вид частици, тогава ти все пак ще можеш да измериш моята скорост в диапазона на - какво ... ?

Хайзенберг - Нещо около милиардна от милиардната от километър за секунда. При все това остава теоретичното ограничение, че ти нямаш абсолютно определени обстоятелства в света, което освен всичко друго много силно разклаща идеята за причинност, т.е. целия фундамент на науката, защото ако ти не знаеш как нещата изглеждат днес, ти със сигурност не можеш да знаеш как те ще изглеждат утре. Аз разтърсвам обективния свят около теб, а всичко, което ти можеш да ми кажеш, е, че имало някаква грешка във формулировката!

Бор - Има грешка!

Маргрет - Някой да иска чай? Кекс?

Хайзенберг - Слушай, в моята статия онова, което се опитваме да локализираме, е не свободният електрон, който прелита през мъгливната камера, а електрон, който си е в къщи, движи се по орбита вътре в атом ...

Бор - И неопределеността възниква не, както ти твърдиш, при неговия неопределен откат, когато е ударен от падащ фотон ...

Хайзенберг - Чисти словеса, просто слова!

Бор - Това *наистина* е прост език.

Хайзенберг - Слушай ...

Бор - Това е езикът на класическата механика.

Хайзенберг - Слушай! Копенхаген е атом, Маргрет е неговото ядро. Горедолу същият мащаб, нали така? Десет хиляди към единица.

Бор - Да, да.

Хайзенберг - А Бор е електрон. Блуждае някъде в тъмнината на града, но никой не знае къде. Той е тук, той е там, той е навсякъде и никъде. Нагоре по парка Фелед, надолу по Карлсберг. Минава край общината близо до пристанището. Аз съм фотон. Квант

светлина. Изпратен съм в тъмнината да намеря Бор. И успявам, защото ми се удава да се сблъскам с него ... Но какво е станало? Погледни - той се е забавил, той се е отклонил от посоката си! Той вече не прави точно това, което правеше така влудяващо, преди аз да се натъкна на него!

Бор - Но, Хайзенберг, Хайзенберг! Ти също си отклонен! Ако хората могат да видят какво се е случило на теб, на тяхната порция светлина, тогава те ще могат да направят логическо умозаключение за това, което се е случило с мен! Проблемът е да се знае какво се е случило с теб! Защото за да се разбере как хората те виждат, ние ще трябва да те разглеждаме не като частица, а като вълна. Аз ще трябва да прилагам не само твоята механика на частиците, но заедно с това да използвам и вълновата функция на Шрьодингер.

Хайзенберг - Знам това - отбелязал съм го в бележка към моята статия.

Бор - Всеки помни статията, но никой не си спомня бележката. А този въпрос е фундаментален. Частиците са самодостатъчни обекти. Докато вълните са смущения в нещо друго.

Хайзенберг - Знам. Допълнителност. Има го в бележката.

Бор - Те са или едно, или друго. Не могат да бъдат едновременно и двете. Ние трябва да изберем един или друг начин на разглеждане. Но направим ли това, ние не можем да знаем всичко за тях.

Хайзенберг - И ето че той отново излиза на орбита. И мимоходом демонстрира друго приложение на допълнителността. Накъде точно ще се отправиш, когато блуждаеш наоколо, се определя, разбира се, напълно от твоите гени и от различните физически сили, действащи върху теб. Но също така се определя изцяло от твоите неразгадаеми прищевки от един момент към друг. Така че ние не можем напълно да разберем твоето поведение, без да го видим едновременно по двата начина, а това е невъзможно. Което означава, че твоите необикновени скитания не са напълно обективни аспекти на вселената. Те съществуват само частично, благодарение на усилията - моите или на Маргрет, - доколкото нашите умове непрестанно правят преходи между тези два подхода.

Бор Ти никога не си приемал абсолютно и напълно допълнителността, нали така?

Хайзенберг - Напротив! Възприемах я напълно и абсолютно. Отстоявах я на конференцията при Комо през 1927 г.² Поддържал съм я винаги с религиозен плам! Ти ме убеди. Аз приемах смирено твоите наставления.

Бор - Но едва след като беше изрекъл някои дълбоко огорчаващи неща.

Хайзенберг - Боже мой, та по едно време ти буквално ме докара до сълзи!

Бор - Прощавай, но за мен това бяха сълзи на безсилна ярост.

Хайзенберг - Ти твърдиш, че аз съм избухнал в ярост?

Бор - Имам опит и наблюдения от собствените си деца.

Хайзенберг - А какво да кажем за Маргрет? И *тя* ли беше избухнала? Клайн ми каза, че след като съм си тръгнал, ти си я довел до сълзи, карайки я да пише на машина твоите безкрайни варианти на статията за допълнителността.

Бор - Не си спомням такова нещо.

Маргрет - Но аз си спомням.

Хайзенберг - Ние трябваше да измъкваме Паули от леглото в Хамбург и да го докарваме в Копенхаген, за да води с теб мирни преговори.

Бор - Той успя. Ние приключихме с мирен договор. Неопределеността и допълнителността се превърнаха в основни принципи на Копенхагенската интерпретация на квантовата механика.

Хайзенберг - Политически компромис, разбира се, каквито са повечето договори.

Бор - Виждаш ли? Някъде дълбоко в себе си ти все още таиш съмнения.

Хайзенберг - Нищо подобно - това работи. Само това има значение. Работи, работи, работи!

Бор - Работи, да. Но има нещо още по-важно. Защото, Хайзенберг, знаеш ли какво извършихме ние през онези три години? Без да преувеличавам, ние преобърнахме света из основи! Да, виж как става това, как става ... Ние поставихме човека в центъра на Вселената. През цялата човешка история ние сме били вън от нещата. Ние сами сме се заточавали в периферията на събитията. Отначало ние превръщаме себе си в прост придатък към неведомите цели на Бога, дребни фигурки, коленичещи във величествената катедрала на сътворението. Но трябваше да се окажем в Ренесанса и човекът да се превърне, както беше казал Протагор, в мярка на всички неща, когато самите ние отново се оказваме изтласкани встрани от плодовете на нашите собствени разсъждения! Ние отново сме умалени, когато физиците построяват величествените нови катедрали, в които ние отново да се лутаме, - законите на класическата механика, които са съществували от началото на вечността и които ще просъществуват до нейния край, без оглед на това дали ние съществуваме или не. Но ето че стигаме до началото на двадесетия век и ние отново сме принудени да изоставим коленопреклонната поза и да се изправим на крака.

Хайзенберг - Това започва от Айнщайн.

Бор - Това започва от Айнщайн. Той показва, че измерването - измерването, от което се определя цялата възможност да съществува науката, - измерването не е безлично деяние, което протича с безпристрастна универсалност. То е човешко деяние, осъществявано от конкретна гледна точка в пространството и времето, от конкретната гледна точка на конкретния наблюдател. Тогава, тук в Копенхаген, през онези три години от третото десетилетие на века, ние откриваме, че не съществува точно определена и обективна вселена. Че вселената съществува само като редица от приближения. Само в границите, определени от нашето взаимоотносяне с нея. Само посредством разбирането, вложено в човешката глава.

Маргрет - И човекът, поставен от теб в центъра на вселената, - това ти ли си или е Хайзенберг?

Бор - Скъпа, какво искаш да кажеш?

Маргрет - Това, че има разлика.

Бор - Кой да е от нас. И двамата. Ти самата. Всички ние.

Маргрет - Ако Хайзенберг е този, който е в центъра на Вселената, тогава онази част от Вселената, която той не може да види, е Хайзенберг.

Хайзенберг - И ...

Маргрет - И затова няма смисъл да го питат защо е дошъл в Копенхаген през 1941 г. Той не знае!

Хайзенберг - Помислих си за миг и тогава зърнах това.

Маргрет - Тогава ти се обърна да погледнеш.

Хайзенберг - И то изчезна.

Маргрет - Отново допълнителност. Така ли?

Бор - Да, да.

Маргрет - Достатъчно много съм печатала това. Ако правиш нещо, върху което трябва да се концентрираш, не можеш заедно с това да мислиш за това как го правиш, а ако мислиш как да го правиш, тогава не можеш да го правиш. Така ли е?

Хайзенберг - Завиваш наляво, завиваш надясно или мислиш за това и загиваш.

Бор - Но след като си го извършил ...

Маргрет - Поглеждаш назад и правиш предположение - точно като всеки друг. Само че по-лошо предположение, защото не виждаш самия себе си, докато го правиш, а ние виждаме. Прости ме, но ти даже не знаеш преди всичко защо си развил неопределеността.

Бор - Докато ако *ти си* този, който е в центъра на вселената ...

Маргрет - Тогава мога да ти кажа, че това е, защото ти си искал да хвърлиш бомба върху Шрьодингер.

Хайзенберг - Исках да покажа, че той греша, това е сигурно.

Маргрет - А Шрьодингер печелеше войната. Когато през същата есен катедрата в Лайпциг се оваканти, той беше веднага посочен като кандидат да я оглави, а ти не беше. На теб ти беше нужно чудодейно ново оръжие.

Бор - Не искам да съм критичен, Маргрет, но ти си склонна да разглеждаш всичко в личен план.

Маргрет - Защото всичко на този свят е лично! Ти току-що ни прочете лекция за това! Знаеш колко силно искаше Хайзенберг да оглави катедра. Знаеш колко силен натиск упражняваше върху него семейството му. Съжалявам, но ти искаш всичко да изглежда героически абстрактно и логично. И когато ти разказваш историята, да, тя попада точно на мястото си, тя има своето начало, своя среда и край. Но аз също бях там и си спомням нещата много добре, но като се огледам наоколо, това не беше точно такава история! Имаше объркване и яд, завист и сълзи и никой не знаеше смисъла на нещата и накъде ще тръгнат те.

Хайзенберг - И все пак тя работи, тя работи.

Маргрет - Да, чудесно работи. Не минават и три месеца от излизането на твоята статия по неопределеностите и на теб ти е предложен Лайпциг.

Хайзенберг - Нямах това предвид.

Маргрет - Да не говоря за още една катедра и още една.

Хайзенберг - Хале и Мюнхен и Цюрих.

Бор - Както и различни американски университети.

Хайзенберг - Но аз нямах това предвид.

Маргрет - И когато поемаш катедрата в Лайпциг, ти си на колко години?

Хайзенберг - Двадесет и шест.

Бор - Най-младият професор в Германия.

Хайзенберг - Аз имам пред вид Копенхагенската интерпретация. Копенхагенската интерпретация работи. По какъвто и начин да сме стигнали до нея, с каквато и комбинация от силни принципи и слаби изчисления, на мъчителни размисли и до болка мъчителни детски сълзи, тя все пак работи. И продължава да работи.

Маргрет - Да, но защо вие двамата приехте накрая Интерпретацията? Не беше ли, защото искахте да възвърнете хуманизма?

Бор - Разбира се, че не. Това беше единственият начин да обясним онова, което експериментаторите бяха наблюдавали.

Маргрет - А не беше ли, защото ти по това време ставаше професор и искаше да имаш достатъчно солидно учение, което да преподаваш? Защото ти искаше твоите нови идеи публично да се подкрепят от църковния глава в Копенхаген? И вероятно Нилс се съгласи да ги подкрепя, но в замяна ти да приемеш неговото учение. Да го признаеш за църковен глава? А ако искаш да знаеш също защо ти дойде в Копенхаген през 1941 г., и това ще ти кажа. Прав си - тук няма никаква мистерия. Ти дойде при нас, за да ни се изперчиш.

Бор - Маргрет!

Маргрет - А, не! Когато той дойде за пръв път тук през 1924 г., той беше скромнен асистент-преподавател от един унижен народ и беше благодарен да получи работа. Но ето те сега, триумфално завръщане на водещ учен от народ, който е победил по-голямата част от Европа. Дошъл си да ни покажеш колко много си преуспял в живота.

Бор - Това е така неприсъщо за теб!

Маргрет - Съжалявам, но не е ли това истинската причина той да е тук? Защото той изгаря от желание да ни покаже, че отговаря за някакво много важно секретно изследване. И че дори така да е, той е запазил възвишена морална независимост. Запазил я е така забележително, че Гестапо го е поставило под наблюдение. Запазил я е толкова успешно, че сега се е наложило да решава неимоверно голяма морална дилема.

Бор - А, добре, ти сега просто се самонавиваш.

Маргрет - Верижна реакция. Изказваш една болезнена истина и тя води до други две. И, както ти откровено признаваш, твоето намерение е да се върнеш и да продължиш да вършиш точно онова, което си правил и преди, каквото и да ти казва Нилс.

Хайзенберг - Да.

Маргрет - Защото ти и на сън не би се отказал от такава чудесна възможност за изследване.

Хайзенберг - Не, ако това зависи от мен.

Маргрет - И ти искаш да покажеш на нацистите колко полезна може да бъде теоретичната физика. Ти искаш да спасиш честта на немската наука. Искаш да си там, за да я възстановиш в цялото ѝ величие в момента, когато войната свърши.

Бележки на преводача

¹ Малък немски остров в Северно море.

² Италия, септември 1927 г., на езерото Комо, по време на празненствата в чест на стогодишнината от смъртта на Алесандро Волта.

Превод: М. Бушев
(Michael Frayn, **COPENHAGEN**. Anchor books, New York, 1998)

This volume is published with the generous financial support of the
EUROPEAN PHYSICAL SOCIETY

В МУЗЕЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Роберт Рождественский, 1984 г.

До тепершней
нашей Земли
до её дождей
и метелей
бронтозавры
не доползли,
птеродактили
не долетели.
Это-
личная их беда,
за неё
никто не в ответе.
Заблудились.
Пошли не туда.
Смерть нашли
в тупиковой ветви ...
Древо жизни
листвой шелесит,
ветвь – направо
и ветвь – налево.
“Человек разумный”
сидит
на вершине
этово древа.

Он – в раздумьи.
Он хмурит лоб.
Человека
идея гложет:
хочет что-то придумать,
чтоб
самого себя
уничтожить.
Он подпер подбородок
рукой –
вождь прогресса,
краса и гордость - ...
Он – придумает!
Он – такой!
Вы, пожалуйста,
не беспокойтесь! ...
А над ним
проносится век.
Повороты.
Круговороты ...
Да неужто
и человек –
тупиковая ветвь
природы?!