

НОБЕЛОВИТЕ НАГРАДИ ЗА 2002 г.

Кралската Шведска Академия на Науките присъди:

Нобеловите награди за:

* **ФИЗИКА:** "за основополагащи приноси в астрофизиката, в частност за детектиране на космическо неутрино" (едната половина) съвместно на:

Реймънд Дейвис от Отдела по физика и астрономия на Пенсилванския университет, роден на 14.10.1914 г. във Вашингтон, окръг Калъмбия, САЩ, и на

Масатоши Кошиба от Международния център по физика на елементарните частици и Обсерваторията Камиока (*ICRR*) на Токийския университет, роден на 19.09.1926 г. в гр. Тойохаши, Аичи, Япония,

а другата половина "за основополагащи приноси в астрофизиката, които доведоха до откриването на космически източници на рентгенови лъчи" на

Рикардо Джакони от *Associated Universities, Inc.*, Вашингтон, роден на 06.10.1931 г. в Генуа, Италия, гражданин на САЩ.



Raymond Davis Jr.



Masatoshi Koshihara



Riccardo Giacconi

* **ХИМИЯ:** едната половина на **Джон Фен**, САЩ, и **Коичи Танака**, Япония, "за разработените от тях методи в мас-спектрометрията за биомолекули", а другата - на **Курт Вьотрих**, Германия "за неговия ЯМР-метод за изследване на биомолекули в разтвори".

* **ЛИТЕРАТУРА:** на **Имре Кертеш**, Унгария, "за творбите му, които подкрепят крехкия индивид срещу варварския произвол на историята";

Наградата на "Бенк оф Суидън" в памет на Алфред Нобел за

* **ИКОНОМИЧЕСКИ НАУКИ:** на **Даниел Канеман** и **Върнън Смит** "за основополагащите им изследвания на поведенческата и експерименталната икономика".

Нобеловото събрание при Каролинския институт

присъди Нобеловата награда за

* **ФИЗИОЛОГИЯ ИЛИ МЕДИЦИНА:** на Сидни Бренер, Робърт Хорвиц и Джон Сълстън *"за откритията им, свързани с генетичното управление на развитието на органите и програмираната смърт на клетките"*.

Норвежкият Нобелов комитет присъди Нобеловата награда за

* **МИР** на Джими Картър, Президент на САЩ (1977 - 1981) *"за десетилетните му неуморни усилия да намира мирни решения на международни конфликти, да развива демокрацията и човешките права и да допринесе за икономическото и социално развитие"*.

Превод (по материали от Internet): И. Русев

ЛАЗЕРИ СЪС СВОБОДНИ ЕЛЕКТРОНИ

Динко Динев, ИЯИЯЕ - БАН

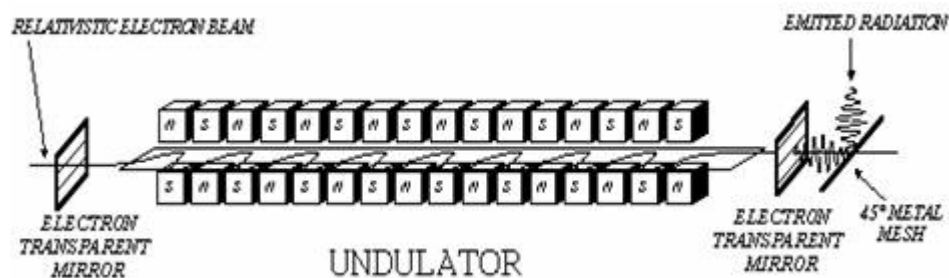
1. Какво е лазер със свободни електрони

Лазерът със свободни електрони (ЛСЕ) е източник на кохерентно електромагнитно лъчение, чиято дължина на вълната може лесно и плавно да се изменя в широки граници, чрез пренастройването на някои макроскопически параметри и който притежава рекордна пикова мощност.

ЛСЕ могат да работят във всички спектрални диапазони: от далечната инфрачервена област (FIR), през видимата, ултравиолетовото лъчение (UV), вакуумния ултравиолет (VUV), та чак до рентгеновото лъчение (X-ray).

На английски език терминът е *Free Electron Laser* (FEL).

Докато в традиционните лазери се използва стимулираното лъчение на електроните в атоми или молекули (свързани електрони), в ЛСЕ се използва стимулираното лъчение на интензивен сноп от електрони, движещи се с релативистки скорости през едно постоянно във времето напречно магнитно поле с редуваща се полярност (свободни електрони) - Фиг. 1.



Фиг. 1. Принципна схема на лазер със свободни електрони

Устройството, в което се създава това постоянно и с редуваща се полярност напречно магнитно поле се нарича ондулатор (*undulator*).

Периодът на изменение на магнитното поле в аксиално направление в един ондулатор е от порядъка на няколко сантиметра, а силата на магнитното поле е от порядъка на няколко десети тесла. Толкова силно и бързопроменящо се в пространството магнитно поле се създава от свръхпроводящи магнити, а напоследък широко разпространение получиха ондулаторите, използващи постоянни магнити от редкоземни кобалтови сплави (SmCo_5 , $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$). В един ондулатор може да има неколкостотин и дори хиляди периода на магнитното поле.

Известно е, че релятивистки електрони, преминаващи през едно еднородно и постоянно във времето магнитно поле, се движат по дъга от окръжност, изпитват ускорение и следователно излъчват електромагнитно лъчение (спонтанно лъчение). Това електромагнитно лъчение се нарича синхротронно (СЛ). СЛ има уникални характеристики и намира многочислени приложения в науката и техниката – СФ, № 3, 1998 г., стр. 162 –167.

В един ЛСЕ електронният сноп, който се движи с релятивистка скорост през ондулаторния магнит, служи за активна среда за усилването на външно електромагнитно лъчение (стимулирано лъчение).

В ондулатора сумарното отклонение на електроните от аксиалната ос е равно на нула, а траекторията им е зигзагообразна, което води до силно СЛ, насочено преимуществено напред по посока на движението. Това СЛ се нарича ондулаторно лъчение (ОЛ) и е квазимонохроматично.

Има два режима на работа на един ЛСЕ:

а.) режим на усилвател, когато електроните взаимодействат с електромагнитното лъчение на един външен лазерен източник, като го усилват значително (10^8 пъти).

б.) режим на осцилация, когато електроните взаимодействат с електромагнитното поле на един оптически резонатор – Фиг. 1. Ако загубите в оптическия резонатор са достатъчно малки, то в резултат на усилването на полето в резонатора при взаимодействието му с електронния сноп започва процес на бързо нарастване на натрупаната в резонатора енергия. Това продължава до достигането на насищане, когато се получава баланс на загубите в резонатора и енергията, предавана на полето от електроните.

2. Кратка история

Ондулаторът като устройство за генериране на интензивно СЛ е разработен през

50-те години на миналия век от Н. Motz в Оксфорд, Великобритания.

През 1960 г. R. Philips в General Electric изобретява убитрона (*ubitron*) – генератор на електромагнитно лъчение в милиметровата област с мегаватова мощност, при който за първи път се използва усилването на електромагнитното поле при взаимодействието му с електрони, движещи се в ондулатор.

За съжаление тази работа по-късно бива забравена и през 1976 г. J. Madey в Станфордския университет независимо преоткрива принципа на работа на ЛСЕ и създава първия работещ ЛСЕ. Този ЛСЕ използва 43 MeV електрони, ускорени в линеен ускорител. Електронният сноп има ток 1,5 А, емитанс $6 \cdot 10^{-8}$ m.rad и нееднородност по енергия $\Delta E/E = 5 \cdot 10^{-4}$. Ондулаторът, използван от J. Madey, има 160 периода с дължина от 3,2 cm и сила на магнитното поле 0,24 Т. Той генерира кохерентно електромагнитно лъчение с $\lambda_{ph} = 3,4 \mu\text{m}$ и мощност 7 kW, която е 10^8 пъти по-голяма от мощността на спонтанното СЛ.

През 1986 г. J. Madey създаде в Станфорд ЛСЕ, наречен “Mark-3”. В този ЛСЕ за първи път се използва микровълнов източник на електрони с пиков ток от 20 А и ондулатор с постоянни магнити (К. Halbah). Mark-3 генерира кохерентно електромагнитно излъчване с дължина на вълната, която може да се променя плавно в диапазона 2,6 – 3,1 μm чрез промяна на полето на ондулатора.

3. Плюсове и минуси

Основните предимства на един ЛСЕ са:

- * ЛСЕ може да работи във всеки спектрален диапазон.
- * Дължината на вълната на лъчението може да се изменя плавно в широк спектрален диапазон чрез промяна в стойностите на някои макроскопически параметри – енергията на електроните или силата на полето в ондулатора.
- * ЛСЕ има много висока пикова мощност, над 1MW.
- * ЛСЕ има висока ефективност, от порядъка на 1%.

В същото време генерирането на кохерентно електромагнитно лъчение в един ЛСЕ изисква електронни снопове с много висока яркост, много малки напречни размери и ъглова разходимост, голяма времева стабилност и голяма дължина на макроимпулса. Такива електронни снопове се създават в големи и скъпи устройства – линейни или циклически ускорители на заредени частици.

Всъщност повечето ЛСЕ използват ускорители, които в по-голямата част от времето си се използват за експерименти във физиката на високите енергии, като само

малка част от това време се отделя за генериране на кохерентно електромагнитно лъчение.

4. Механизъм на генерирането на кохерентно електромагнитно лъчение в ЛСЕ

Работата на един ЛСЕ може да се опише изцяло в рамките на класическата електродинамика, без да е необходимо привличането на квантовомеханични закономерности.

Усилването на една външна електромагнитна вълна в ЛСЕ протича през следните три етапа:

* Когато електроните са изминали само малък брой периоди на ондулатора, започва процес на “загриване” на електронния сноп. В зависимост от относителната си фаза спрямо електромагнитната вълна някои електрони се забавят, а други се ускоряват. На този етап няма общо предаване на енергия от електроните към вълната. Увеличаването на енергетическата нееднородност на снопа ($\Delta E/E$) расте пропорционално на броя на изминатите периоди на ондулатора N_u .

* В резултат на взаимодействието на електроните с електромагнитната вълна започва процес на постепенно изместване на електроните по фаза. Ако електронният сноп е с достатъчно добро качество, а ондулаторът е достатъчно дълъг, крайният резултат е модулиране на надлъжната плътност на електроните. Създават се области на максимум и минимум на електронната плътност, като разстоянието между два максимума/минимума е равно на дължината на вълната на лазерното лъчение. Този процес на прегрупиране на електроните се нарича микробанчиране.* Модулацията на плътността расте пропорционално на квадрата на изминатите периоди на ондулатора ($\sim N_u^2$).

* В крайна сметка в резултат на микробанчирането значително повече от половината електрони се разполагат по фаза по такъв начин, че да предават енергия на вълната. Започва усилване на електромагнитната вълна за сметка на кинетичната енергия на електроните. Това усилване е пропорционално на куба на изминатите периоди на ондулатора, ($\sim N_u^3$).

Дължината на вълната на лъчението на един ЛСЕ се дава със следната формула:

$$\lambda_{\gamma R} = \frac{\lambda_u}{2\gamma_R^2} \left(1 + \frac{K^2}{2}\right), \quad (1)$$

където λ_u е дължината на един ондулаторен период (от порядъка на сантиметри), $\gamma_R = E_R/m_e c^2$ е относителната резонансна енергия на електроните ($\gamma_R \gg 1$). При резонансна енергия E_R електроните имат такава скорост по оста на ондулатора $v_{||}$ ($v_{||} < c$), че за времето за което електромагнитната вълна изминава един период на ондулатора λ_u ,

електроните изостават на разстояние λ_{ph} спрямо вълната, така че фазата им да остава постоянна.

Във формула (1) K е т.н. ондулаторен параметър:

$$K = \frac{eB_u \lambda_u}{2\pi m_e c}, \quad (2)$$

B_u е полето в ондулатора, c – скоростта на светлината, m_e – масата на електрона.

За да имаме усилване на електромагнитната вълна, е необходимо началната кинетична енергия на електроните да бъде малко по-голяма от резонансната ($E > E_R$).

Тъй като всички електрони се движат спрямо фиксираната фаза на външната електромагнитна вълна, то стимулираното излъчване на електроните е кохерентно.

Показва се, че широчината на спектъра на един ЛСЕ е обратнопропорционална на общия брой периоди в ондулатора:

$$\frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{1}{N_u}. \quad (3)$$

5. Действащи ЛСЕ

Усилването на електромагнитната вълна в ЛСЕ е пропорционално на тока на електронния сноп и на дължината на вълната на лазерното лъчение на степен $3/2$. Това прави много по-трудно реализирането на ЛСЕ за по-късите вълни – UV и VUV области.

Първите ЛСЕ са излъчвали в IR област и са използвали линейни ускорители или дори микротрони за предаване на нужната скорост на електроните.

ТАБЛИЦА 1. Параметри на някои действащи ЛСЕ

ЛСЕ	Институт	Енергия на електроните	Дължина на вълната	Импулсна мощност	Средна мощност
ENEA	Frascati, Италия	2,3 MeV	2,1 – 3,6 mm	1,5 kW	0,3 W
		5,5 MeV	400 – 850 μ m	35 kW	
UCSB	California, САЩ	2,5 – 6,0 MeV	63 – 338 μ m	1 – 6 kW	
FELIX	FOM, Холандия	15 – 46,5 MeV	3,1 – 250 μ m	20 kW	1W

VISA	BNL, САЩ	72,6 – 83.8 MeV	60 – 80 μm	65 MW	3 mW
CLIO	LURE, Фр.	16 – 50 MeV	3 – 90 μm	65 MW	3 mW
БЕПП-3	Новосибирск,	350 MeV	600 – 700 nm		30 mW
FELICITA	Darmstadt Univ., Герм.	450 MeV	200 – 470 nm		
LASL	Los Alamos, САЩ	45 MeV	380 nm	25 MW	36 W
Super - ACO	LURE, Фр.	800MeV	350 nm		100mW
FELI	Osaka, Яп.	144MeV	350 nm	1,8 MW	67 W
DUV	BNL, САЩ	210 MeV	200 nm	140 MW	

Частта на кинетичната енергия на електроните, която се превръща в електромагнитно лъчение, е малка. Това води до естествената идея за разполагането на ондулатора в един циклически натрупващ пръстен на електрони. Сега електроните взаимодействат многократно с електромагнитното поле в оптичния резонатор. В натрупващите пръстени може да се акумулира значителен електронен ток ($> 100 \text{ mA}$) и да се постигне висока енергия на електроните ($\sim 1 \text{ GeV}$).

От друга страна в последните години има значителен напредък в технологията на линейните ускорители на електрони. Съвременните линейни електронни ускорители, в това число и тези със свръхпроводящи резонатори, осигуряват много високо качество на сноповете и много висока енергия на електроните, необходими за генерирането на много къси електромагнитни вълни.

В Таблица 1. са приведени параметрите на някои действащи ЛСЕ.

6. Рентгенов лазер

Както вече беше отбелязано, ЛСЕ използват оптичния резонатор, образуван от сферически огледала. При много къси вълни ($\lambda_{ph} < 100 \text{ nm}$) обаче отсъстват огледала с отражение от поне 10 % и не може практически да се реализира оптичния резонатор. Освен това усиляването на електромагнитното лъчение в ЛСЕ е пропорционално на $\lambda_{ph}^{3/2}$ и бързо спада с намаляване на дължината на вълната. За много къси дължини на вълната отсъстват и конвенционални лазери, които да служат за източник на начално кохерентно електромагнитно лъчение, което след това да се усилива в ЛСЕ при взаимодействието си с електроните.

През 1980 г. А. М. Кондратенко и Е. И. Салдин предлагат генерирането на кохерентно електромагнитно лъчение в UV и даже X-гау области да става при еднократното преминаване на електроните през достатъчно дълъг ондулатор. Спонтанното СЛ на електроните от първата част на ондулатора взаимодейства по-нататък с електронния сноп и предизвиква модулация на електронната плътност, т.е. микробанчиране. Микробанчирането става при такава относителна фаза на електроните спрямо електромагнитната вълна, че те отдават част от кинетичната си енергия на вълната, като я усиливат. Така усиленото електромагнитно лъчение

продължава да взаимодейства с електронния сноп и допълнително увеличава дълбочината на модулацията на плътността. Възниква положителна обратна връзка между електронния сноп и електромагнитната вълна: колкото повече излъчват електроните, толкова по-голяма е модулацията на плътността и обратно, колкото по-модулиран по плътност е снопът, толкова той повече излъчва.

Тази колективна нестабилност има за резултат експоненциално нарастване на мощността на електромагнитното лъчение по дължината на ондулатора:

$$P = \frac{P_0}{9} e^{\frac{z}{L_G}}, \quad (4)$$

където P_0 е началната мощност на спонтанното излъчване от първата част на ондулатора, z е надлъжната координата и L_G е параметър на лазера, наречен дължина на усилването.

Лазерите със свободни електрони от този тип се наричат SASE: *Self – Amplified Spontaneous Emission* лазери.

За да работи един SASE лазер трябва да са изпълнени две условия:

* Електронният сноп трябва да има много висока яркост – много висок пиков ток и много малки напречни размери. Това се постига с използването на радиочестотни фотокатодни източници на електрони, в които интензивен импулс електрони се генерира при облъчването на фотокатод с мощен лазер.

* Електронният сноп трябва да се фокусира напречно до 0,1 mm в ондулатора. Има много високи изисквания за юстирането на ондулатора и за времевата стабилност на орбитата на електроните в него.

В един SASE лазер може да се достигне до усилване 10^8 пъти на първоначалната мощност на спонтанното лъчение.

През 1986 г. E. T. Scharleman в Livermore за първи път експериментално потвърждава работоспособността на SASE лазерите.

През 1998 г. M. J. Hogan в Los Alamos достига до усилване $3 \cdot 10^5$ при $\square_{ph} = 12$ m.

През 1999 г. S. V. Milton в Argone получава кохерентно електромагнитно лъчение с дължина на вълната $\square_{ph} = 530$ nm.

7. TESLA Test Facility

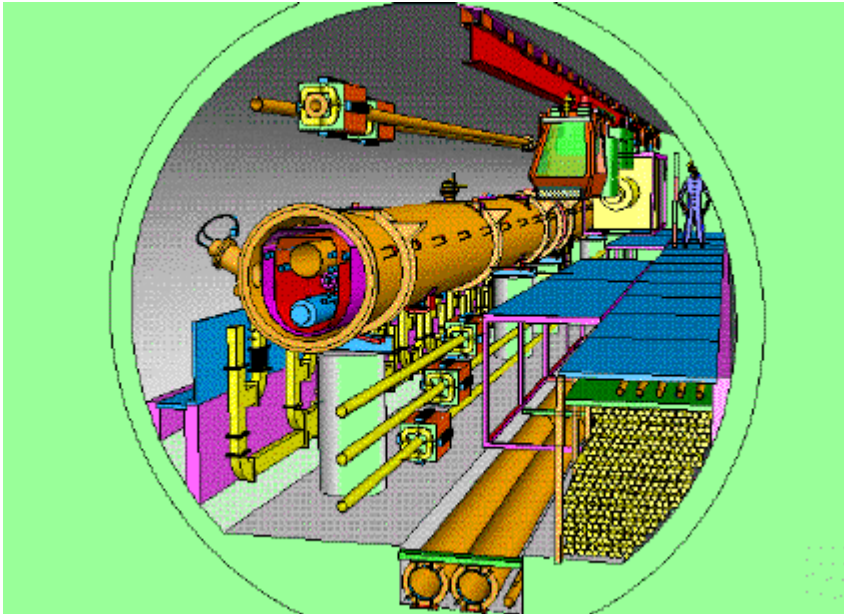
TESLA – *Terra electron volt Energy Superconducting Linear Accelerator* е международен проект за построяването в DESY, Хамбург, Германия на електрон–позитронен колайдер с максимална енергия 500 GeV. В сътрудничеството TESLA са обединени усилията на 38 научни института от 9 страни. Основа на бъдещия колайдер ще бъдат два линейни свръхпроводящи ускорителя на електрони и позитрони. Те ще се разполагат в подземен тунел с диаметър 5 m и дължина 33 km! – Фиг. 2.

TESLA ще се използва за експерименти във физиката на високите енергии.

Проектът на новия колайдер предполага в него да бъде интегриран рентгенов лазер с дължина на вълната $\square_{ph} = 5 - 0,05$ nm.

Основа на линейния колайдер TESLA ще бъдат свръхпроводящи ускоряващи резонатори, които трябва да осигурят ускоряващ градиент $> 25 \text{ MeV/m}$.

За проверка на техническите решения, лежащи в основата на линейния колайдер TESLA през 1993 г. в DESY беше построен експериментален линеен ускорител на електрони, наречен TTF – TESLA Test Facility.



Фиг. 2. Линейният електрон–позитронен колайдер TESLA (проект)

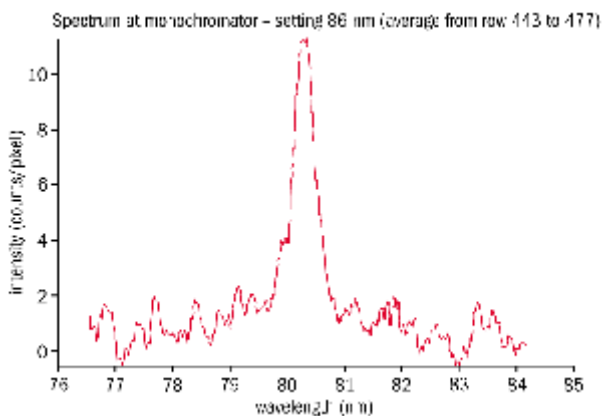
Една от основните задачи на TTF е проверката на принципите на SASE лазерите в UV и X-ray спектрални области. На Фиг. 3 е показан използвания в TTF ондулатор. Той се състои от три 4,5 m модула, всеки с по 652 постоянни магнита с редуваща се полярност.



Фиг. 3. Ондулаторът на ТТФ лазер със свободни електрони.

През 2000 г. в ТТФ беше получено кохерентно електромагнитно лъчение с дължина на вълната $\lambda_{ph} = 109 \text{ nm}$, а през 2001 г. беше достигнато до $\lambda_{ph} = 80 \text{ nm}$.

Предвижда се през 2003 г. ТТФ да се удължи до 300 m, което ще позволи генерирането на меко рентгеново лъчение с дължина на вълната $\lambda_{ph} = 6 \text{ nm}$. На Фиг. 4 е показан лазерният импулс на ТТФ.



Фиг. 4. Кохерентно електромагнитно лъчение с дължина на вълната 80 nm, генерирано от ТТФ SASE лазер със свободни електрони

Литература

1. М. Е. Couprie. FELs Using Storage Rings. Fifth European Particle Accelerators Conference, EPAC'96, Barcelona, 1996, pp.100-104.

2. A. Renieri. Linac-Based Short Wavelength FELs. Fifth European Particle Accelerators Conference, EPAC'96, Barcelona, 1996, pp.105-109.
3. J. Rosibach. Recent SASE Free Electron Laser Results. Seventh European Particle Accelerators Conference, EPAC'2000, Vienna, 2000, pp.88-91.
4. L. Flegel, J. Rossbach. Towards the Ultimate X-ray Source: the X-ray Laser. CERN Courier, No 6, 2000, pp. 26-28.

От английското *bunch* - струпване, групиране. - Бел. ред.

ПЛЕКТИКА - НАУКАТА ЗА ПРОСТОТА И СЛОЖНОСТТА*

Мъри Гел-Ман, Институт Санта Фе, САЩ



Murray Gell-Mann (geb. 1929)

В Института Санта Фе, който беше създаден с моя помощ, основната тематика е свързана с проблемите на простотата и сложността. До названието “плектика” стигнах по следния начин. Думата “сложен” (complex) произхожда от *plexus*, имаща първоначален смисъл “сплетен”, а com- означава “заедно”, така че смисълът е заедно сплетени. “Прост” (simple) идва по подобен начин от корени, означаващи еднократно усукан; а латинските думи за “сплетен” и “усукан” имат общ индоевропейски корен *plek*. На гръцки от този корен произхожда думата *plektos*, която означава сплетен.¹ Така че като използваме думата “плектика”, ние включваме едновременно простотата и сложността, без да се налага да уточняваме дали става дума за нещо просто (еднократно усукано) или за нещо сложно (заедно сплетени).

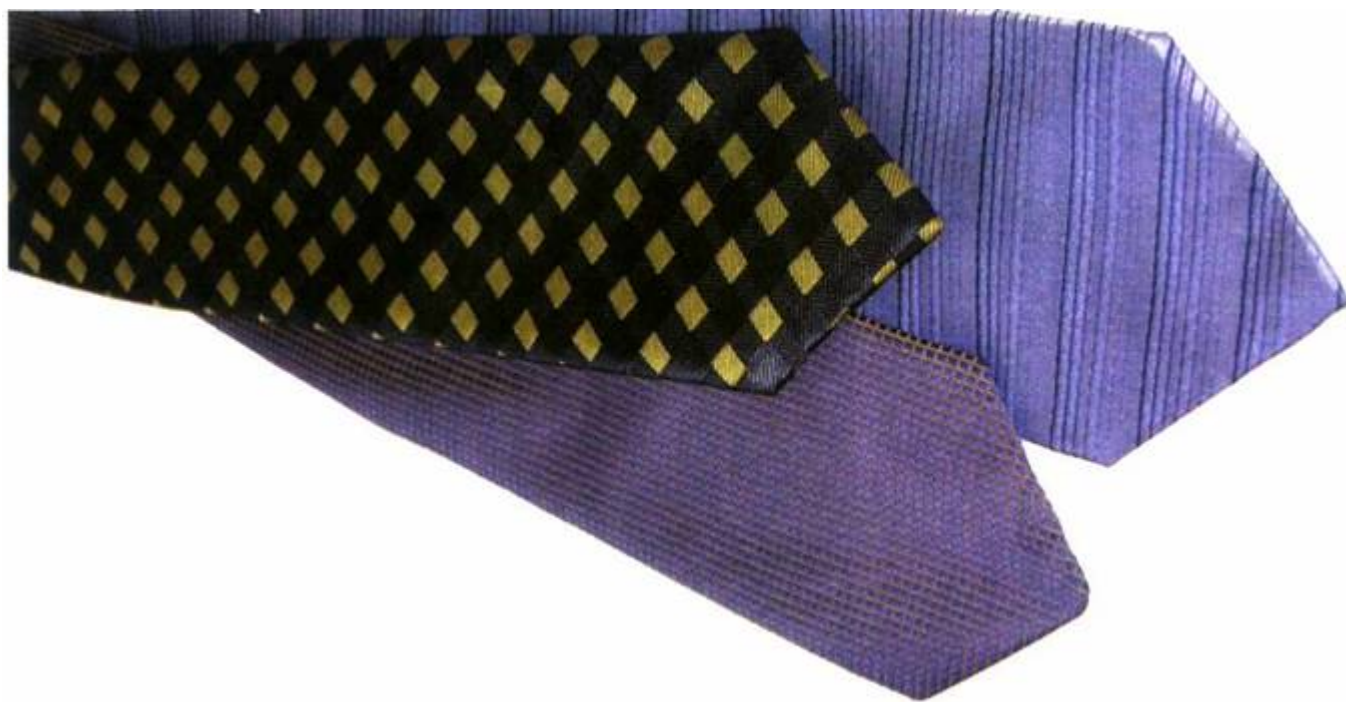
Какво разбираме под сложност и нейната противоположност простота? Би се наложило да употребим твърде много понятия и величини, за да уловим всички смислови оттенъци, които неявно се включват в нашата употреба на думата “сложност”. Все пак има едно понятие - аз го наричам ефективна сложност, - което се доближава най-много както до обичайната употреба, така и до научната практика. Една не съвсем строга дефиниция на ефективната сложност е дължината на силно уплътненото описание на закономерностите на даден обект. Уплътняването (компресията) означава премахване на излишествата; то е от голямо значение, защото без него дължината на съобщението сама по себе си би била безполезна.

В книгата си *“Кваркът и ягуарът”* аз описвам случая, когато учителка в начално училище дава на децата от класа си за домашно да напишат съчинение от 300 думи, което да бъде готово за понеделника. Един ученик, който играл навън през всичкото време на двата почивни дни (както бих правил и аз като дете), в понеделник сутринта набързо надраскал: “Вчера при съседите стана пожар в кухнята, аз се подадох от прозореца и започнах да викам: “пожар, пожар, пожар, пожар, ...”. Той, разбира се, би могъл да уплътни описанието и да напише: “подадох се от прозореца и извиках ‘пожар’ 284 пъти”, но учителката настоявала съчинението да е от 300 думи. Един от възможните начини да се опише уплътняването е да се използва понятието алгоритмично информационно съдържание (АИС). То се дефинира като верига от битове, т.е. верига от нули и единици или като такъв обект, който се описва от верига от нули и единици. АИС е дължината на най-късата програма, която би накарала даден универсален компютър U да отпечата тази верига от битове и после да спре изчислението².

Всяка една дефиниция, в която се използва дължината на описанието, даже ако това е дължината на много сбито описание, все още включва някаква степен на произвол или зависимост от контекста. Когато описваме някакъв обект, описанието се кодира във верига от битове. Очевидно има значение равнището на подробност на това описание. Във физиката това се нарича *процедура на огрубяване*. От значение може да бъде също така езикът, на който е дадено първоначалното описание, така както и приетата съвкупност от знания за света. Всичките тези неща помагат да се определи дължината на описанието. И когато описанието бъде кодирано във верига от битове, които трябва да се подадат на компютър, ние ще имаме допълнителна зависимост от контекста, проявяваща се в конвенцията за кодирането и в избора на универсалния компютър. Ако приемем цялата тази контекстуална зависимост, ние ще можем да дадем по-строга дефиниция на ефективната сложност: това е алгоритмичното информационно съдържание (АИС) на закономерностите на даден обект. Това означава, че цялото АИС се разделя на две части: едната описва закономерностите, а другата описва останалите характеристики, които се разглеждат като случайни или несъществени.

Вратовръзки и битове

Да вземем за пример вратовръзките. За обичайните вратовръзки дължината на описанието е тривиално: просто се посочват цветовете, ширините, разстоянията между ивиците както и основният цвят и това е всичко. Ние, разбира се, правим разлика между рисунъка на вратовръзката и различните други признаци, които разглеждаме като случайни и несъществени, каквито могат да бъдат петната от супа, малките неправилности на тъканта и най-различни други белези ... Те не са включени в описанието.



За някои видове вратовръзки рисунъкът може да бъде доста сложен; такива са ръчно нарисуваните вратовръзки, които се правят в гр. Остин, щата Тексас. За тях правилностите на рисунъка ще имат доста дълго описание, т.е. рисунъкът има голяма ефективна сложност.

Да разгледаме верига битове, съставена само от единици. Тя очевидно е проста, защото описанието ѝ е много лесно. Нейните ефективна сложност и алгоритмично информационно съдържание са много малки.

В другия край на скалата на АИС ще имаме дълга верига от битове и почти никакви закономерности в нея - неуплътнима или "случайна" верига от нули и единици без никаква правилност освен дължината. Нейното АИС е твърде голямо, фактически то е максимално за дължината на веригата. Най-късата програма, която би го описала, ще бъде командата "Print", последвана от веригата. Макар да има възможно най-голямото АИС, нейната ефективна сложност отново е много малка, защото освен дължината няма никакви други закономерности.

Така че и за двете крайности - много простата верига и много разбърканата - ефективната сложност ще е твърде малка. Тя може да бъде голяма само в междинния случай, когато нещо се намира между двете крайности на ред и безредие, нещо с голям брой различни закономерности.

Но не съществува такава математическа процедура, която би позволила да се разкрият всички закономерности на верига от битове или на описанията от нея обект. Изобщо казано, ние идентифицираме закономерностите с помощта на споделената информация, която се нарича още обща информация. Ако по определени начини обработваме верига от битове и установим, че тя може да се раздели на две или повече части и тези части съдържат голямо количество обща информация, тогава правим

извода, че налице е определена закономерност. Но при все че общата информация е показателна за наличието на закономерност, тя не ни осигурява мярка за АИС на съществуващите закономерности, така че общата информация е твърде различна от ефективната сложност.

Макар да съществуват механизми за разкриване на закономерности, както вече споменах, не съществува математическа процедура, която да осигурява намирането на всички закономерности. По такъв начин ефективната сложност, АИС на закономерностите, зависи до някаква степен от това кой или какво описва обекта.

Да се върнем към вратовръзката, за която обсъждахме ефективната сложност на рисунъка, но пренебрегнахме различните видове петна по нея. Сега да предположим, че ние самите се занимаваме с химическо чистене. Нас няма да ни интересува рисунъкът, защото по-важно за нас ще бъде дали петната са от супа, от кръв, от вино и т.н. За химическото чистене това са най-съществените закономерности.

Какво представляват системите, които разпознават закономерностите и след това уплътняват тяхното описание до кратко съобщение? Тях аз ще наричам сложни адаптивни системи, т.е. такива, които се обучават или се адаптират, или еволюират подобно на живите същества. Всеки един от нас е подобна система, способна да разпознава закономерностите в стигация до нас поток от сведения и да ги отличава от случайното или маловажното, а след това да уплътнява описанието на тези закономерности до кратко съобщение.

Можем да опишем как функционира една сложна адаптивна система. Тя поема поток от сведения за света, включително и за самата себе си. Някои от закономерностите съвпадат със сведенията, които тя вече е приела, и тогава те се уплътняват в съвсем кратко съобщение, което аз наричам схема. Тази схема може да се използва в комбинация с други сведения от потока, за да опише свойства на света, да предсказва поведението на някои неща или да предпише поведението на сложни адаптивни системи. Но това може да има последствия в реалния свят: описанието може да бъде по-добро или по-лошо; предсказанията могат да се сбъднат или не; предписанието за поведение в реалния свят води до успех или неуспех, до оцеляване или гибел. По-нататък тези следствия в реалния свят се подават като обратна връзка, за да се упражни селекционен натиск върху конкуренцията между различните кандидати за схеми. (Една схема, макар да е нужно да притежава определена степен на устойчивост или якост, трябва също така да е способна да се изменя, да претърпява мутации или дори да може да бъде заменена с друга схема.)

Сложните адаптивни системи и животът

Всички примери на Земята за сложни адаптивни системи, или поне тези, които ние познаваме, са свързани по някакъв начин с живота, макар те да не са непременно живи или дори части от живи системи. Те също така проявяват тенденцията да пораядат други сложни адаптивни системи.

Измежду сложните адаптивни системи на нашата планета на първо място протобиологичните химични реакции водят до възникване на живота. По-нататък

биологичната еволюция е една сложна адаптивна система, така както е и поведението на всеки отделен организъм, продукт на биологичната еволюция. Части от организмите също могат да функционират като сложни адаптивни системи, такава например е имунната система. Функционирането на човешкия мозък, който осъществява индивидуалното обучение и мислене, също е сложна адаптивна система. След това можем да разглеждаме поведението на организирани групи от хора: човешката културна еволюция изобщо е сложна адаптивна система, а човешките организации, каквито например са бизнес фирмите, еволюират като сложни адаптивни системи.

Съществуват и неживи сложни адаптивни системи. В днешно време компютрите са достатъчно разработени, което позволява, обикновено посредством софтуера, върху тях да се изградят сложни адаптивни системи. Къде е връзката с живота? Обикновено се приема, че съществата, които усъвършенстват софтуера за сложните адаптивни системи на компютрите, в действителност са живи същества.

А какво представляват схемите? Да вземем една добре позната сложна адаптивна система, включваща много човешки същества, а именно научната дейност, в която са ангажирани повечето от присъстващите тук. Схемите са теории. Теориите имат някаква степен на издръжливост и обикновено оцеляват, когато успешно предсказват някои от свойствата на реалния свят. А когато извършените внимателно и повторени много пъти наблюдения не се съгласуват с теорията, тогава най-вероятно теорията или ще трябва да се измени, или на нейно място ще трябва да се създаде друга.³

Освен научната дейност, в която схемите са теории, можем да разглеждаме също биологичната еволюция, където схемите са генотипи, както и еволюцията на едно човешко общество, където схемите са закони, традиции, митове, обичаи и т.н. Тези схеми са съставени от единици, които Ричард Докинс кръсти "меми" - по аналогия с гените в биологичната еволюция. Съвкупностите от мемеи са културните ДНК за обществената еволюция.

Да се върнем към сложните адаптивни системи при компютрите. Съществуват генетични алгоритми, основани върху твърде груба аналогия с биологичната еволюция. Това са т.нар. невронни мрежи на компютрите, основаващи се върху твърде груба аналогия с начина, по който се предполага, че работи човешката нервна система и по-специално мозъкът. Но те биха могли да бъдат и много повече. Бихме могли да имаме десетки различни видове адаптивни изчислителни методи и те не са задължени да се основават върху аналогии с идеите за мозъка или за биологичната еволюция. При компютрите може да съществува широк клас възможни сложни адаптивни системи. Какъв е този клас? Кои членове на този клас подхождат за решаването на кои проблеми? Ние знаем, че съществуват проблеми, за които генетичните алгоритми са подходящи, докато за други те не са. Същото се отнася и за невронните мрежи: съществуват например определени оптимизационни проблеми, за които невронните мрежи работят много добре, а има други, за които не вървят. Може да се покаже, че при компютрите няма сложна адаптивна система, която да подхожда за всички оптимизационни проблеми. Всяка от тях има своята област на приложимост и за теорията е голямо предизвикателство да определи целия клас от сложни адаптивни системи при компютрите и да изясни коя от тях за кой тип проблеми подхожда.

Тук трябва да обърна внимание, че не всички използват моята терминология. Джон Холанд, който е създател на идеята за генетичните алгоритми и е мой колега и приятел,

използва други термини. Онова, което аз наричам сложна адаптивна система, наподобява на неговия адаптивен фактор. Онова, което аз наричам схема, той нарича вътрешен модел. Той също използва термина сложна адаптивна система, но за да означаи нещо, което аз бих нарекъл слабо свързана съвкупност от сложни адаптивни системи, които взаимно се моделират. (Примерите включват пазар, съставен от инвеститори, и екологична система, съставена от организми.) Като използваме различни терминологии, ние двамата илюстрираме известната максима, че ученият по-скоро би използвал чужда четка за зъби, отколкото терминологията на други учени.

Понякога видимата сложност не означава голяма ефективна сложност. Освен дължината на най-късата програма, която би накарала определен универсален компютър да отпечата описание на закономерностите на въпросния обект, ние трябва също да вземем под внимание какво време е нужно на компютъра, за да премине от къса програма до отпечатването на описанието. Това по предложение на Чарлз Бенет се нарича логическа дълбочина на закономерностите.

Наблюдаема и ефективна сложност

Да вземем за пример енергетичните нива на атомните ядра. На пръв поглед правилата за тези енергетични нива изглеждат твърде сложни, но ние вече сме убедени, че те се получават от няколко прости физически теории: квантова електродинамика (квантово-полева теория на електромагнитните взаимодействия) и квантова хромодинамика (квантово-полева теория на кварките и глюоните). Очакването е, че ако тези две теории се обединят, ще се получи много детайлно описание на атомните ядра, включващо положенията на всичките техни енергетични нива. Но изчисленията са извънредно дълги и трудни за съществуващите компютри, прилагащи познати методи, и затова повечето от тях все още не са осъществени. Така че тук се натъкваме на случай, при който разглеждаме нещо видимо сложно, а то в действителност има малка ефективна сложност, но твърде голяма логическа дълбочина. С други думи имаме работа с къса програма, която обаче е свързана с много дълго изчислително време.

Да разгледаме случай, при който все още не сме сигурни дали наблюдаемата сложност отразява ефективна сложност или логическа дълбочина. Дали универсалните свойства на земната биохимия съставят уникална система? Или: съществуват ли множество различни видове възможни биохимии за системи, наподобяващи живот, който може да разцъфтява на други планети, кръжащи около други звезди, в някакви други части на вселената? По нищо не изглежда да има нещо особено специално в Слънчевата система или в нашата планета, а следователно и в живота на нея, който възниква малко след като спира силното облъчване на Земята. Следователно много е възможно във вселената да има извънредно много планети с нещо подобно на живот, т.е. сложни адаптивни системи, чиято химия до известна степен наподобява земната биохимия. Но трябва ли тези химии да са еднакви? Или може би съществува широк клас от възможни биохимии? Ние не знаем отговора, а и специалистите са на различни мнения.

Някои от тях смятат, че фундаменталните ограничения на физиката допускат само малък брой възможни биохимии. Други теоретици вярват, че съществуват множество възможни биохимии, а нашата биохимия тук на Земята е само един от примерите. Ако

приемем идеите на първата група теоретици, тогава биохимията трябва да има малка ефективна сложност, защото тя е изводима от законите на физиката. Обаче този извод би могъл да е доста дълъг и да включва голяма доза логическа дълбочина. Ако пък са прави другите теоретици, тогава биохимията на Земята би могла да има доста голяма ефективна сложност, тъй като тя би зависела както от исторически случайности, така и от фундаменталната физика.

Така стигаме до въпроса: по какъв начин във вселената възниква сложността? Откъде идва ефективната сложност? Повечето от хората, които се занимават с фундаменталните закони, вярват, както вярвам и аз, че тези закони са извънредно прости. Ето два от тях. Първият е обединена теория на всички елементарни частици и всички сили в природата. Възможно е вече да разполагаме с такава теория във вида на прекрасния кандидат, който се получи от еволюцията на суперструнната теория в така наречената “М - теория”.

Другият фундаментален принцип на физиката е този за началните условия на вселената при започването на разширяването преди около десет милиарда години. И те могат да се окажат прости. Вече са предложени някои конкретни идеи за това как те да бъдат направени прости.

Преди стотина години бихме казали, че при зададени фундаментална теория и начални условия ние бихме могли по принцип да предскажем историята на вселената. Но днес знаем, че не е така. Нашите теории са по-скоро вероятностни, а не напълно детерминистични. Така че историята на вселената е определена едновременно от тези два фундаментални принципа и от непостижимо дълга верига от случайности, случайни събития, с най-различни възможни последствия. Преди настъпването на всяко отделно събитие ние разполагаме само с вероятностите за различни резултати. Един много прост лабораторен пример е разпадането на радиоактивно ядро, излъчващо например алфа-частица. Посоката, в която ще излети тази частица е свършено неизвестна - преди събитието всички посоки са еднакво вероятни. Когато частицата излети, вече става възможно да се установи посоката на излъчването.

Можем да си представяме, че алтернативните, по подходящ начин огрубени, истории на вселената образуват разклоняващо се дърво с вероятности за всяко отделно разклонение. С течение на времето, когато се стигне до дадено разклонение, се избира един определен клон. Обаче преди самото разклоняване съществуват само вероятности за различните алтернативи.

Замразени случайности и историята на вселената

Забележителният аржентински писател Хорхе Луис Борхес написа разказа “Градината с разклоняващите се пътеки”, в който под формата на такава градина някой е построил модел на разклоняващите се истории на вселената.⁴

Помислете си само за всичките случайности, довели до нашето събиране тук в тази аудитория: малката флукуация, която е произвела нашата галактика; случайностите, довели до образуването на Слънчевата система; случайностите, определили условията на Земята; случайностите в ранната история на Земята, довели до възникването на

живота; всичките случайности на биологичната еволюция, които заедно с естествения подбор са довели до съвременните форми на живота върху Земята включително и човешките същества; после случайностите на сперматозоида и яйцето, на половия отбор, на развитието в утробата и на детството, докато се стигне до конкретните участници в нашата група тук.

Все пак измежду всички случайности в историята на вселената някои произвеждат повече обща информация, произвеждат повече закономерности от други. Така например флукуацията, която поражда нашата галактика, би могла да не се смята за особено важна в космически мащаби, но за всичко съществуващо в тази галактика е от огромно значение фактът, че тя е възникнала. По подобен начин много събития в човешката история представляват разклонения с грамадни последиствия за бъдещата история на човечеството.

В днешно време някои историци обичат да говорят за Ани Оукли, известната жена-стрелец в шоуто на Бъфало Бил Коуди за Дивия Запад, което през 1889 г. е правило турне в Европа. Една от атракциите на това шоу е бил номерът на Ани Оукли, при който тя е предлагала на зрителите да се яви доброволец и тя да простреля върха на пура, която той пуши. Обикновено не се намирал доброволец за такова опасно начинание и затова излизал мъжът ѝ, който сам бил известен точен стрелец. Ани Оукли прострелвала огънчето от пурата на мъжа си, а публиката възторжено ръкопляскала. Но в Берлин, през 1889 г., от публиката излязъл доброволец - самият Кайзер. Той седял само от една година на трона си, когато решил да поеме риска на този номер. Ани Оукли била много смутена - предишната вечер тя изпила доста алкохол, - но нямала никакъв избор. Кайзерът извадил от обвивката своята скъпа хаванска пура, със сребърното си ножче отрязал върха ѝ, сложил я в устата си и я запалил. Ани се прицелила в горящия край на пурата и изстрелът ѝ отнесъл огънчето. Тя не убила Кайзера, но какво би станало, ако беше го убила? Историята вероятно би била твърде различна. Първата световна война би могла да е съвсем различна - ако в действителност изобщо би се състояла, - и т.н. Тук имаме пример за замразено събитие, което създава голямо количество бъдеща обща информация в интересуващата ни част от вселената.

Сега можем да отговорим на въпроса: защо в толкова много случаи се наблюдава тенденция с течение на времето да възникват обекти с все по-голяма сложност? Както вече разбрахме, фундаменталните закони на природата са много прости, но това са вероятностни закони. Така че имаме едно разклоняващо се дърво на възможности и случайности в точките на разклоняване. Някои от тези случайности - замразените случайности - са по-важни от други. А с течение на времето могат да се натрупат все повече замразени случайности, което прави възможно възникването на все повече закономерности. Ако натрупването на резултатите от замразени случайности превишава изчезването на техните резултати, тогава с течение на времето могат да се появяват обекти с все по-голяма сложност. Разбира се, не става дума, че всяко отделно нещо става по-сложно. Съвсем не е така. Например организмите и цивилизациите отмират и постепенно стават значително по-малко сложни. Но бихме могли да кажем, че в много случаи обвивката на сложността с течение на времето става все по-голяма, така че обхваща все по-сложни обекти.

Появата на все по-сложни обекти с течение на времето не е, разбира се, в противоречие с известния втори закон на термодинамиката, според който средното безредие, средната ентропия на една затворена система расте с времето. Но това е

средно безредие и нищо не може да спре механизмите на самоорганизация да създават локална подреденост за сметка на повишеното безредие на друго място. Познати са много механизми на самоорганизация: например гравитационното притегляне, което е създавало галактиките, звездите, планетите, скалите и т.н. По подобен начин ниските температури създават условия за възникването на красивите правилни форми на кристалите или снежинките.

Ще завърша с въпрос към бъдещето. Ще продължат ли и занапред във вселената да възникват обекти с все по-голяма сложност. Отговорът не е известен, но можем да правим някои предположения. Много са физиците-теоретици, които предполагат, макар че засега експериментите не са го доказали, че в крайна сметка протонът ще се окаже нестабилен. Ако е така, то всички атомни ядра ще бъдат нестабилни с времена на живот някъде около 10^{35} години. След такъв гигантски интервал от време повечето от ядрата, атомите и молекулите ще са се разпаднали. Тогава ще изчезнат и повечето от познатите ни закономерности и по всяка вероятност вече няма да възникват обекти с все по-нарастваща сложност. Фактически обвивката на сложността вероятно ще започне да се свива заедно с изчезването на повечето от ядрата.

Това обаче не е най-голямата ни грижа. На дневен ред са други, значително по-неотложни проблеми.

Превод: М. Бушев

(Murray Gell-Mann, "Plectics: The study of simplicity and complexity", *Europhysics News*, 33/1, 2002, p. 17)

* Лекция, изнесена на симпозиума *"Преден край на науката"* в Коимбра, Португалия, 1999 г. Читателят може да намери някои полезни сведения за автора и за въпросите на сложността в откъсите от книгата *"Кваркът и ягуарът"*, публикувани в рубриката *Четиво с продължение* на *"Светът на физиката"* 21/98 и особено в кн. 1 и кн. 2. - *Бел. прев.*

1. На гръцки *πλέχτο* означава "плетен", изплетен", а също "плетиво" - *Бел. прев.*
2. Универсалният компютър (известен още като "машина на Тюринг") е въведен (А. Тюринг, 1936 г.) като най-проста и същевременно най-обща идея за компютър, посредством който се дефинира понятието алгоритъм. - *Бел. прев.*
3. Това изречение отново ни напомня за разликата между наука и псевдонаука (вж. СФ 3/02). - *Бел. прев.*
4. Българския превод виж в: Хорхе Луис Борхес *"Вавилонската библиотека"*, С. "Народна култура", 1989 г. - *Бел. прев.*

ОТГОВОР

на Историческата загадка,

публикувана в предишния брой (кн. 3'02) на списанието.



Херман Лудвиг Фердинанд Хелмхолц

е роден на 31 август 1821 г. в Потсдам, Германия.

Професор по физиология на Кьонингсбергския, Бонския и Хайделбергския университети. Професор по физика на Берлинския университет и директор на Физико-техническия институт. Член Берлинската Академия на науките.

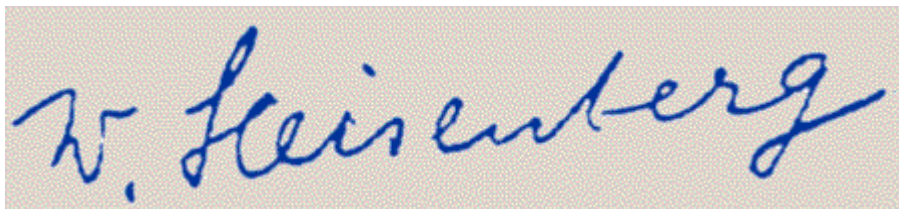
Физическите му изследвания са в областите на електромагнетизма, топлината, акустиката, хидродинамиката и др.

Умира на 8 септември 1894 г.

ВЕРНЕР ХАЙЗЕНБЕРГ (1901 - 1976)

II. “Войната на Хайзенберг”¹

Иван Тодоров, ИЯИЯЕ – БАН



В началото на Втората световна война Хайзенберг е 38 годишен, в средата на жизнения си път. За физика-теоретик на тази възраст, почти като за спортиста, най-често връхните му постижения в науката са вече зад него.² Хайзенберг се е върнал месец преди това, през август, от Ню Йорк (с полупразния параход “Европа”). Отхвърлил съблазнителни покани от американски университети, той е решил да остане в родната – макар и хитлерова – Германия, морален избор, за който и до сега спорят неговите критици и почитатели.

1. Урановият проект

На 1 септември 1939 г. армията на Хитлер нахлува в Полша. На 3 септември Англия и Франция обявяват война на Германия. Вернер, който е бил мобилизиран по време на Судетската криза предишната година, очаква своята призовка. Той наистина е

повикан, но не на фронта: на 26 септември в Берлин се събира “уранов клуб” към управлението за военно снабдяване, учреден от шефа на снабдяването, армейския експерт по ядрена физика и експлозиви Курт Дибнер. От физиците се иска да изучат възможните приложения на наскоро открития (от химиците Ото Хан (1879 - 1968) и Фриц Щрасман (1902 - 1980) в Берлин) процес на разцепване на урана. Това не е учудващо: физици от САЩ, Германия и Англия, независимо едни от други, са информирали военните власти в своите страни за новата възможност. Хайзенберг се заема с обичайната си енергия с поставената задача. До края на годината той предава първата, а през февруари 1940 г. и втората част от подробен таен доклад по темата, с който се утвърждава от самото начало като водещ експерт в страната по разцепване на ядрото. Тук се проявява не само патриотизъмът, присъщ и на онези интелигентни немци, които не симпатизират на националсоциалистите, или спортният интерес към новото научно предизвикателство. Атомните физици теоретици, обвинявани, че се занимават с откъснати от действителността “еврейски спекулации”, получават възможност да убедят властите, че тяхната наука е полезна. Това ще ги предпази от идеологическа намеса в работата им и от прекалено съкращаване на средствата по време на войната; ще им позволи да оставят талантиливи физици в лабораторията, отървайки ги от отиване на фронта. Нобеловият лауреат Хайзенберг, който е запазил чертите на амбициозния младеж, не може да остане в сянка, да позволи на своите безскрупулни съперници да решават какво да правят физиците. За да може да подкрепя ефективно своите сътрудници и да помага на колеги от окупираните територии, той трябва да е господар на положението, а значи, да играе до известна степен играта на силните на деня. Той приема съмнителната роля на посланик на немската наука не само в окупирания Копенхаген (където смисъла на срещата му с Бор през 1941 г. предизвиква спорове и до днес – виж [2, 3]), но в също окупираните Краков, Холандия, в Будапеща и в неутрална Швейцария – като поредни прояви на доверие на властите към него. През 1942 г. той става директор на Института Кайзер Вилхелм в Берлин, ключова длъжност, която, след заминаването на Дебай за САЩ през 1940 г., временно изпълнява нацистът Дибнер и към която проявява апетит човек на Ленард и Щарк от Министерството на образованието. За сътрудниците в Института и в урановия проект това назначение ознаменува победа на модерната физика над “германската”. Паралелното оглавяване на катедра в Берлинския университет изисква допълнителни дипломатически усилия от поддръжниците на Хайзенберг. Те организират още една среща (“Religionsgespräche” – “религиозен дебат”, по техните думи) с представители на немската физика и сключват споразумение от 5 точки, една от които е задължението да се избягва публичното споменаване на името на Айнщайн. (Спомням си как, преди четвърт век, колеги от Москва правеха героични опити да заобиколят подобна забрана за споменаване на името на Сахаров в Съветския Съюз.) Шеф на бюро по идеологията издава, от своя страна, препоръка партията да не се меси в научни спорове (виж [4] гл. 24, с. 453-455). Умелият натиск на физиците и военните нужди дават резултат: от дъното на аферата с “белия еврейин” през 1937 г., когато физикът теоретик е заплашен с арест, ако преподава модерна физика, се е стигнало до официалното признание и подкрепа от властта през 1942 г. Ръководството на националсоциалистите променя (малко късно!) отношението си към науката и ѝ дава приоритет пред идеологията. (Според легендата, когато властите в СССР нареждат да бъде организирана сесия за разобличаване на буржоазната идеология във физиката, Курчатова имал мъжеството да им каже, че те трябва да изберат между провеждането на такава сесия и създаването на съветска атомна бомба – и Сталин избрал бомбата – виж В. И. Арнольд, “Цвет меридиана”, *Истории давние и недавние*, Фазис, Москва 2002, с.21.)

На 4 юни 1942 г. Хайзенберг запознава Алберт Шпеер, новоназначения от Хитлер шеф на военното производство в рамките на 4-годишния план, с работата на ядрените физици. Той обяснява, че построяването на уранова бомба е, по принцип, възможно, но техническите трудности (преди всичко при отделяне на активния изотоп U-235 от естествения уран, в който преобладава U-238) са толкова големи, че нейното производство в Германия в поставения срок (от година) е нереално. Урановите изследвания, независимо от това, са необходими, тъй като могат да доведат до производство на енергия (с помощта на "уранова машина" - бъдещия реактор). За отделяне на изотопа U-235 е необходимо, във всеки случай, набавянето на циклотрон.³ При това положение Хайзенберг иска – и получава за своя проект - сравнително малко средства. (Приоритет се дава на ракетите на Вернер фон Браун.) Както и немските математици по това време, физиците успяват да получат подкрепа за своето оцеляване от нацисткото правителство, без да се ангажират с производство на ново оръжие. Оставил урановия проект на заден план, Хайзенберг се връща към своите научни интереси и завършва, в началото на септември 1942 г., статия (в *Zeitschrift für Physik*), в която въвежда **фундаменталното** понятие *матрица на разсейване* (на елементарни частици). Както и в повечето си основополагащи трудове той е обсъждал по-рано (още преди войната) залегналите в нея идеи в кореспонденцията си с приятеля от студентски години, Паули.⁴

Работата по време на война не е лесна. Немците използват тежка вода като забавител на неутроните в реактора. Добиват я в окупираната през 1940 г. Норвегия. През 1943 г., по внушение на англичаните, норвежки диверсанти разрушават съоръжението. Съюзническите бомбардировки над немските градове се усилват. В началото на март Хайзенберг е довел близнаците си, Мария и Волфганг, на рожден ден на дядо им в Берлин. По-късно същия ден 1000 англо-американски бомбардировача буквално сриват града със земята. Вернер шофира като луд през дим и развалини към къщата на тъста си, и я намира също в пламъци. (За щастие, децата и дядо им са невредими в скривалището.) Това преживяване препълва чашата и Хайзенберг изпраща жена си с децата в лятната им къща в Урфелд, в Бавария. (След още 8 месеца домът, който са оставили в Лайпциг, е също разрушен.) Идва време да се евакуира и Институтът Кайзер Вилхелм, макар че той, като по чудо, не е пострадал (без друго, благодарение на пазителя от огъня, Св. Флориан, чиято статуя е била поставена в коридора още от Дебай - виж [5], гл. 6). Избират място за бъдещия реактор в скалните пещери на селцето Хайгерлох в западна Швабия.

2. Краят на Третия Райх. Плен. Победителите пишат историята

Късметът е черта на характера.

Елизабет Хайзенберг [5]

Премеждията по пътя на Хайзенберг по време на войната са многобройни, но той всеки път "излиза сух от водата".

При посещение в Цюрих през 1944 г. Хайзенберг е следен от агенти на двете воюващи страни. Симпатичен млад човек го изпраща до хотела след интимна вечеря с колеги. По пътя те продължават оживено да разговарят. След войната той получава

книга, озаглавена *Moe Berg, Athlete, Scholar, Spy*. Като я прелиства, разбира, че любознателният младеж е бил агент на ЦРУ, със зареден пистолет в джоба и инструкция да застреля Хайзенберг при най-малкото подозрение, че той работи над атомната бомба. Въпреки навеждащите въпроси гостът от Германия не му дава повод да използва оръжието. Агентът на Гестапо му причинява повече неприятности. Той донася на висшестоящите, че Хайзенберг е правил в Швейцария пораженчески изказвания, за които трябва да му се иска сметка. За късмет доносът попада при приятеля на Хайзенберг, експериментатора (партиен член) Герлах, който изобразява голямо възмущение пред гестаповеца и обещава да разнищи работата и да накаже провинилия се. (Историята завършва с приятелски разговор между двамата.)

Още през декември 1942 г. Хайзенберг е поканен в Берлин от пруския министър на финансите Попиц да участва в *Mittwochsgesellschaft* (*Съдружието на срядата*), клуб (основан още по времето на Кайзер Вилхелм) на известни интелектуалци, държавници, офицери, които се събират всеки 2-3 седмици в сряда по ред в домовете на участниците. Като правило домакинът изнася лекция по своята специалност, която след това се обсъжда от всички. 28-те члена на съдружието са избрани измежду настроения против Хитлер немски културен елит. Към 1944 г. възниква идеята за атентат срещу фюрера. Хайзенберг е домакин на последното заседание на клуба, на 12 юли 1944 г. (той изнася лекция за структурата на звездите, която включва обяснение на разцепването на ядрото). След седмица той предава текста на лекцията си и протокола на събранието на Попиц и отпътува на юг при семейството си. Там, в Урфелд, ден по-късно, на 20 юли, го застига новината за провалилия се опит за убийство. Ранен – загубил ръка и око - ветеран от войната, станал щабен офицер, Граф фон Щауфенберг, е поставил куфар с бомба до Хитлер в главната му квартира – и излязъл. Един от офицерите преместил куфара в ъгъла, за да не пречи. Бомбата избухнала, но само ранила фюрера. Следват масови репресии; повечето членове на клуба на срядата, включително и Попиц, са арестувани и не се връщат живи; между езекутираните е и синът на Планк⁵, Ервин. Хайзенберг не е дори разпитван. (Дали в резултат от разследването на Химлер по повод нападките в СС-овския вестник или благодарение на работата си по урановия проект, но явно Хайзенберг се ползва с доверие сред силните на деня.)

На 19 април 1945 г. Хайзенберг напуска селцето, където работи неговият екип - 4 дни преди то да бъде окупирано от френските войски. (Месец по-рано физиците са направили последен опит да получат верижна реакция – без достатъчно предпазни мерки, рискувайки живота си - горивото и тежката вода не им стигнали.) Като заровили в земята урановите кубове и сътрудниците му били настанени с последните запаси от храна на относително безопасно място в сутерена на текстилна фабрика, Хайзенберг се отправя на велосипед - единственото достъпно превозно средство - към своите. След кратък престой при брат си, с когото не са се виждали от началото на войната, той изминава в невероятен маратон около 250 km за 3 нощи (тъй като денем е опасно да се кара), за да стигне до жена си и децата в тяхното “орлово гнездо” в баварските Алпи. (По пътя, едва не става жертва на команда СС-овци, които, изпълнявайки последната заповед на Хитлер, третират всеки срещнат мъж като дезертър; спасява го кутията американски цигари, с които той почерпва спрелия го офицер ...) На 30 април, когато радиото съобщава за самоубийството на Хитлер и щастливите съпрузи отварят последната бутилка вино от избата (предназначена за кръщението на дъщеря им), отрядът на полковник Паш от мисията Алсос се отправя в “алпийска операция” за залавянето на Хайзенберг. Преди това Паш и хората му са пристигнали (час след

френските войски) в Хайгерлох, арестували са 4 от сътрудниците на Хайзенберг (начело с фон Лауе и фон Вайцзекер), накарали са ги да им покажат къде са скрити уранът и тежката вода и, преди французите да се усетят, са отнесли всичко в американската зона. След няколко дни тежко въоръжени войници се явяват на терасата на лятната къща в Урфелд. Хайзенберг е откаран (в неизвестно направление), съпроводен от танкове и блиндиращи коли. Единственото, което казват на жена му, е, че той ще се върне след 3 седмици; всъщност, пленниците са освободени едва след 8 месеца (през които майка му умира ...).



Арестуваните са, освен групата на Хайзенберг, още (измежду вече споменатите) Ото Хан, Герлах и Дибнер – общо 10 човека. Главна причина за изолирането им изглежда нежеланието на американци и англичани (участващи в мисията Алсос) да ги оставят да попаднат в ръцете на французи или руснаци, които не са посветени в работата над атомната бомба. Когато един американски генерал изказва мнението, че най-доброто решение на проблема с немските ядрени физици е те всички да бъдат разстреляни, шотландският физик (и британски разузнавач) Р. Джонс поема инициативата да закара в началото на юли пленниците (държани последователно в Хайделберг, Париж и Белгия) в оборудвания от него с микрофони английски чифлик Фарм Хол, близо до Кеймбридж.

Записите от подслушаните разговори станаха публично достояние едва след 50 години⁶ (дотогава те бяха цитирани избирателно от неколцина посветени). Ключовият момент е реакцията на задържаните “за удоволствието на Негово Величество” (“for His Majesty’s pleasure”, [4] с. 503, според официалния им статус) на съобщението за бомбата, разрушила Хирошима. Първата им реакция (включително и на Хайзенберг) е неверие. По-късно Хайзенберг обяснява изненадата си с обстоятелството, че Гудсмит⁷ му казва при срещата им в Хайделберг, че американците не са правели усилия за произвеждане на ядрено оръжие; “имахме по-важни неща да правим”. “Как можех да допусна, че Гудсмит ме лъже в очите?”, ще се оплаче един ден Хайзенберг ([5], гл. 7, с. 109). Тук е уместно да се върнем назад и да кажем няколко думи за тази среща.

За Гудсмит добрите чувства и уважението към именития колега от преди войната са отстъпили място на огорчение от човека, останал да работи при нацистите (и не направил нищо решително, за да спаси родителите му, загинали в германски концентрационен лагер). Хайзенберг има самочувствие на отличник, на когото всичко се удава; той гледа розово на бъдещето и не иска да разбере, че за събеседника му не е така лесно да забрави жестоката смърт на близки хора. Внушителната операция за арестуването му го утвърждава в заблудата, че неговата група е ценна за американците, защото е отишла по-напред от тях в извличането на ядрената енергия, и той се държи наперено. Въпреки отчуждението, което чувства, Гудсмит го приветства спонтанно със стария въпрос: “Бихте ли дошли сега в Америка да работите с нас?” Отговорът, “Не, Германия има нужда от мен!” прозвучава за Гудсмит арогантно-самонадеяно. Попитан за неговите ядрени изследвания, Хайзенберг предлага да предаде на американците своя опит по разцепване на урана (самоувереният оптимист не се съмнява, че ще има какво да ги научи и в тази област). Гудсмит, който знае за пуснатия още през 1942 г. реактор на Ферми, учтиво благодари за предложението. Хайзенберг приема желаното за действително: той гледа на разпита, на който е подложен, като на дружеска беседа и пише същата вечер на жена си: “Разговорите с Гудсмит бяха тъй приятелски, като че ли шестте години война не ги е имало ...” (Писмото е било спряно от цензурата. Жена му го намира в архива на Хайзенберг след неговата смърт.) Тъжен пример как двама колеги, умни и порядъчни хора, могат да разговарят, без да се чуват.

Според 94-годишния Бете⁸ [3] тайните записи на разговорите във Фарм Хол са най-доброто доказателство, че Хайзенберг не е проявявал интерес към построяване на атомна бомба. След като си дават сметка, че съобщението по радиото не е блъф, интернираните немци го питат - как действа бомбата? Първият му опит за обяснение е напълно погрешен – през шестте военни години Хайзенберг не си е дал труда да пресметне критичната маса на уран-235, при която настъпва експлозията. Че той е бил способен да го направи, се вижда от следващата му лекция пред колегите, изнесена седмица по-късно (без да има възможност да говори през това време с други физици и без достъп до специална литература). Той поправя грешката си и излага теория, подобна на разработената от (неговия ученик!) Рудолф Пайерлс (1907 - 1995) и от Ото Фриш (1904 - 1979) в Англия през 1940 г. като правилно оценява необходимото количество уран-235 (на около 20 kg). Хайзенберг и неговите хора са работили самоотвержено, до последния ден, с наивната вяра, че ще смят победителите с действаш ядрен реактор – не с бомба.

Бете завършва статията си с лично свидетелство: когато Бор пристига в Лос Аламос в края на 1943 г., той възстановява по памет схематичната рисунка, която Хайзенберг му е показал при срещата им в Копенхаген 2 години по-рано. Бете и Телер (създателят на американската водородна бомба) веднага разбират, че това е чертеж на реактор (Бор не е бил достатъчно в курса на нещата, за да разбере разликата, и се е уплашил, че немците работят над бомба). Защитниците на Хайзенберг заключават, че той е искал да съобщи чрез Бор на съюзниците, че немците правят реактор – а не бомба, – за да се въздържат и неговите колеги на Запад от работа над страшното оръжие. (За разпространението на подобно мнение допринася сам Хайзенберг – в опит да отговори на нападите, на които е подложен след войната.) Този извод отива твърде далеч и едва ли може да се приеме буквално. Ситуацията се характеризира по-точно от думите на журналиста [1]: “Страстно желание бе нужно (за да се направи бомба): отсъствието му е смъртоносно - като отрова, която не оставя следа.” Безспорно е, че Хайзенберг и

неговият екип – за разлика от колегите им в Лос Аламос – не проявяват страстно желание да създадат бомба.⁹

През 1947 г. Гудсмит публикува своя версия “Алсос” за разузнавателната мисия (“повърхностна и странно невпечатляваща книга” по мнението на Фрейн [2], с. 106); тя съдържа зловна сатира за Хайзенберг и неговата група. Американските вестници публикуват отзиви под големи заглавия “TOP-NAZI HEISENBERG” ([5], с. 111). В писма до Гудсмит от 1948 г. Хайзенберг отхвърля само обвиненията в невежество срещу немските физици. Той никога не цитира в своя защита усилията, които е полагал, за да помага на колеги-евреи (ние знаем за такива случаи от хора, спасени от Хайзенберг по време на войната – виж предговора на Вайскопф¹⁰ към английското издание на [5]). По-късно, когато страстите се уталожват, Гудсмит съжалява за написаното и се извинява на Хайзенберг Въпреки това книгата му продължава да служи като източник на превратни представи за създателя на квантовата механика. “Историята се пише от победителите,” казва Хайзенберг на жена си, “трябва да свикнем с това.”

Последни илюзии

След освобождението от сития плен във Фарм Хол минават 10 дълги месеца – на глад, изтощение и депресия, преди Хайзенберг да се събере със семейството си в Гьотинген, в английската зона. През този тежък период той отново отхвърля предложения за работа в блажена Америка, където много колеги и познати, обезкуражени от всеобщата разруха и бъркотия в окупираната и разделена страна, търсят начин да емигрират. Изисква се истински подвиг от жена му, за да мине през три окупационни зони, да натовари мебели и багаж от лятната им къща в американската зона и от работната квартира на Хайзенберг (при пещерата), във френската, и да докара всичко – заедно с шестте деца – в предоставения им от англичаните нов дом край университетския град. За последвалите месеци – на работа по възстановяване на Института, на привличане и обучаване на млади сътрудници, на съвместни походи с деца и колеги в дни на отдых – Хайзенберг ще каже малко преди смъртта си, че са били най-щастливото време в живота му.

Хайзенберг става като папа на физиката във Федерална Германия: директор на бързо растящ Институт “Макс Планк” по физика и астрофизика (който се премества през септември 1958 г. в Мюнхен), президент на Гьотингенската Академия, а през 1953 г. и на Хумболдтовата фондация (която оглавява в течение на 22 години, почти до смъртта си); верен на себе си, той отказва (през 1954 г.) поста Генерален директор на ЦЕРН, новосъздадената с активно негово участие първа (и до днес най-голяма) Европейска научна лаборатория; приемането на този пост би значило да се откаже от задълженията си в страната и да отиде в Женева. Той се чувства призван не само да обнови немската наука, но и да помогне за оздравяването на политическата система в Западна Германия. Той предлага да се създаде комитет от “24 избрани и отговорни учени”, който да съветва, но да може и да критикува правителството. Учени и политици са хора с противоположни качества, казва Хайзенберг, които могат плодотворно да се допълват. Политиците, както би могло да се очаква, не споделят неговия ентузиазъм и не се съгласяват да делят правото си на решение с учените. Веднъж отказал се от аполитичното кредо на младостта си, Хайзенберг, макар и разочарован, не се предава.

Канцлерът Аденауер, въпреки настойчиво изразената пред него тревога на физиците, приема изискването на НАТО за въоръжаване на Германската федерална армия с тактическо ядрено оръжие. Вайцекер и (болният по това време) Хайзенберг подготвят манифест против това решение. Подписан от 18 водещи ядрени физици той излиза в немските вестници (13 април 1957 г.) и намира световен резонанс. Физиците се борят на два фронта – и успяват и на двата: на територията на Германия не се разполага ядрено оръжие, а немските физици получават зелена улица за своята (пожънала успех след десетилетие) реакторна програма.

Това, което най-силно вълнува Хайзенберг и през 50-те години, си остава неговата работа по фундаментални проблеми на квантовата физика. Еволюцията на неговите възгледи е забележителна. По време, когато школата на Ландау в Москва обявява квантовата теория на полето за мъртва, а Чу и последователи в Калифорния предлагат – в унисон – като основно понятие, заместващо тази теория, *наблюдаемата матрица на разсейване* (въведена от Хайзенберг преди войната), чиито аналитични свойства те постулират, Хайзенберг поставя в основата на своята теория едно *ненаблюдаемо спинорно*¹¹ “поле на пра-материята”, което удовлетворява нелинейно диференциално уравнение, с константа на връзката с размерност дължина на квадрат. Протонът и неутронът, градивните единици на атомното ядро, не се отъждествяват с квантите на това поле, а възникват като негови свързани състояния. Хайзенберг не се опитва да върви по утъпкания път на ранните си успехи, а търси нещо наистина ново. Той изпитва огромен подем. След като е успял да убеди критичния Паули в правилността на подхода си, той пише (през януари 1958 г.) на сестрата на жена си за вдъхновената си работа: “Последните ми няколко седмици бяха изпълнени с възбуда ... Вече 5 години се опитвам да изкача непознат връх на атомната физика. А сега, когато върхът е пред очите ми, целият терен от взаимни връзки в атомната теория внезапно и ясно възниква пред очите ми ... Дори Платон не би могъл да повярва, че те са тъй хубави. Защото тези съотношения не могат да се измислят; те са били там от сътворението на света ...” Три дни преди препринтът на работата с Паули да излезе (февруари 1958 г.) нетърпелив журналист, присъствал на колоквиум на Хайзенберг в Гьотинген, пуска мълвата за новата “формула на света”. Научил за препринта, преди още да го получи, Ландау докладва за работите на Хайзенберг на своя семинар в Москва ...

Вестникарският шум е явно противоположен за фундаменталните научни открития. Хайзенберг не избягва печалната съдба на (60-годишния) Шрьодингер (от 1947 г.) и на (70-годишния) Айнщайн (от 1949 г.), когато техните поредни опити за единна теория на полето се рекламират в пресата. Всъщност сам Хайзенберг си дава сметка, че има въпроси, “подробности”, които не са изяснени, но той е оптимист. За по-малко ангажираните теоретици оставащите трудности и нерешени проблеми поставят под съмнение големите претенции. Паули, малко преди смъртта си (1958 г.), се отказва да бъде съавтор на проектираната съвместна статия. Хайзенберг е огорчен, но упорито продължава работата (със своя сътрудник Дюр), изолиран от световната наука, обърнала гръб на неговите нови идеи.

Знанието за последвалото развитие на теорията, ни позволява по-ясно да видим както пропуските, така и изпреварилите времето си догадки на този последен опит на големия учен за нов пробив във фундаменталната наука.

Полето на кварките в съвременния стандартен модел може да се разглежда като реализация на полето на Хайзенберг (той сам обсъжда такова отъждествяване след първите успехи на кварковия модел): и в двата случая наблюдаваните адрони (силно взаимодействащи частици) са свързани състояния на кварките, които не съществуват

като свободни частици. Идеята за спонтанно нарушена симетрия, която днес се свързва с името на Хигс, заема важно място в модела на Хайзенберг: тя произлиза от неговата теория на феромагнетизма от 30-те години. Понятието за фундаментална дължина присъства в модните днес “суперструнни” теории (там тя се отъждествява традиционно с гравитационната дължина на Планк, която е с много порядъци по-малка от дължината, използвана от Хайзенберг; напоследък, обаче, се разглеждат и по-големи мащаби или “компактификационни радиуси”). Между трите изброени случая на късни видения на именити физици, миражът, който се привижда на 56-годишния Хайзенберг, е вероятно най-близък до нашата теоретична картина половин век по-късно. Това, което отсъства в неговия подход, е привлекателният от геометрична гледна точка калибровъчен принцип, залегнал в основата на стандартния модел на силни и електрослаби взаимодействия, който осигурява пренормируемостта на модела и дава възможност за приложение на теорията на пертурбациите. Отказът е съзнателен: присъствието на фундаментална дължина λ в уравнението е неразривно свързано с непренормируемостта на теорията; Хайзенберг се надява да изведе калибровъчно-инвариантните уравнения на квантовата електродинамика като приближение при мащаби, големи спрямо λ . Интуицията на Хайзенберг дава блестящи резултати през 20-те години, в голяма степен благодарение на предходно развитие в математиката, дори когато значението на това развитие е било осъзнато от учители и колеги, а не от самия него. Недоверието към математичните критерии и методи компрометира до известна степен опита на зрелия учен за революционен пробив в теорията на елементарните частици, въпреки дълбоките физични идеи, вложени в работата. Колкото по-оригинален е един творец в теоретичната физика, колкото по-малко има навик да следва чужди планове, толкова по-изолиран от модата на деня изглежда той на стари години. Това е общо явление, във всеки случай във физиката на 20-и век.

Получил заслужено признание в родна Германия, Хайзенберг се ползва там с влияние и, както видяхме, след войната играе активна роля в научната политика и в организацията на науката. Неговият принос за възстановяването на науката, и по-специално на физиката, във Федерална Германия е решаващ. Той оказва благотворно влияние на цялата европейска физика като способства за създаването на ЦЕРН – единствената европейска лаборатория, която с успех конкурира американските във физиката на елементарните частици. И все пак, следващото поколение немски физици има и оплаквания¹². Хайзенберг недооценява новите тенденции в математичната физика (дори в лекция в Триест за широка аудитория – през 1968 г. - той се противопоставя на подобни уклони); неговото влияние върху развитието на немската теоретична физика през последните двадесетина години от живота му не е тъй благоприятно както би могло да се очаква. Изглежда че силната личност, която знае какво трябва да се прави и налага своите възгледи, не е най-подходяща за ръководител на науката.

Хайзенберг не е нито светец, нито зъл гений: той е човек на делото, живял и работил, без да се пречупи в трудни времена. В неговия характер и действия се чувства единство. Чертите, които критици, а понякога и близките му, възприемат като недостатъци - обсебеност от една идея, самоувереност и пробивност, желание във всичко да излезе победител – са неотделими от качествата, на които дължим научните му открития. Все пак техните пропорции се менят с времето. И, колкото и неутешително да звучи (за нас, отминалите младостта), 23-годишният младеж, направил решителна стъпка в създаването на квантовата механика, който вярва – и не вярва, че е намерил разковничето, буди повече симпатии от уверения в себе си зрял

мъж, който 33 години по-късно не се съмнява, че пред очите му е “сияйният връх” на дълго търсената квантова теория на полето.

* * *

Благодаря на Боряна Димитрова и на Боян Пенков за техните критични бележки към начални варианти на текста.

Литература

1. Thomas Powers, Heisenberg's War: The Secret History of the German Atomic Bomb, Knopf, N.Y. 1993.
2. M. Fraun, Copenhagen, Anchor Books, N.Y. 1998, виж *Четиво с продължение* за тази година; две трети от немското издание на книгата, Kopenhagen, Mit einem Nachwort des Authors, Anhang: 12 wissenschaftshistorische Lesarten zu “Kopenhagen” zusammengestellt von Matthias Diggins, Wallstein Verlag, Göttingen 2001 (с. 90-268) са посветени на научно-исторически коментари.
3. H. A. Bethe, The German Uranium Project, *Physics Today*, July 2000, pp. 34-36; в същия брой на *Physics Today* има и други материали, посветени на историческия фон на пиесата; виж например критичната статия: D.C. Cassidy, A Historical Perspective on Copenhagen, pp. 28-32.
4. D. C. Cassidy, Uncertainty. The Life and Science of Werner Heisenberg, W.H. Freeman and Co., N.Y. 1992.
5. Elisabeth Heisenberg, Das Politische Leben eines Unpolitischen – Erinnerungen an Werner Heisenberg, R. Piper & Co. Verlag, München 1980; английски превод: Inner Exile: Recollection of a Life with Werner Heisenberg, With an introduction by Victor Weisskopf, Birkhäuser, Boston 1984.
6. A. Pais, Niels Bohr's Times, In Physics, Philosophy, and Polity, (виж Sec. 21 (c) 2. Heisenberg's visit, pp. 481-485), Clarendon Press, Oxford 1991.
7. Jeremy Bernstein, Hitler's Uranium Club. The Secret Recordings at Farm Hall, American Institute of Physics, AIP Press, Woodbury, N.Y. 1995.
8. W. Nahm, Conformal field theory: a bridge over troubled waters, in: D.N. Mitra (ed.), Quantum Field Theory – A Twentieth Century Profile, Hindustani Book Agency and Indian Nat. Sci. Acad., 2000, pp. 571-604.

1. Заглавие на книгата на Томас Пауърс [1], която, по думите на Майкл Фрейн, авторът на пиесата [2], е събудила неговия интерес към пътуването на Хайзенберг до Копенхаген през 1941 г.

2. Максвел (1831 - 1879) извежда своята формула за разпределение на скоростите на молекулите на газ през 1859 г. и завършва изграждането на единната теория на електромагнетизма и светлината на 33 години (1864 г.); Айнщайн (1879 - 1955) публикува своите най-известни трудове в периода между 1905 г. и 1915 г., когато, 36-годишен, намира окончателната формулировка на общата теория на относителността; Бор (1885 - 1962) създава своя модел на атома 28-годишен, през 1913 г.; най-важните постижения на Дирак (1902 - 1984), включващи неговото знаменито уравнение и предсказването на античастиците, са от периода 1925 - 1931 г., в края на който той е 29-годишен. Дирак, за разлика от другите, още съвсем млад (преди да получи Нобеловата награда) е осъзнал, че вече е направил каквото е имало да направи – виж Ю. Б. Румер, *Успехи Физических Наук*, **171** (2001) с. 1138.

3. В Европа по това време има 2 циклотрона: в Париж и в Копенхаген. Забележително е, че Хайзенберг не само че не се опитва да сложи ръка на някой от тях, но, когато отива повторно в Копенхаген през 1944 г., той прави всичко възможно да запази Института на (емигрирания вече) Бор непокътнат (включително и циклотрона) за останалите там датски физици.

4. Волфганг Паули (1900 - 1958) получава Нобелова награда през 1945 г. (12 години след Хайзенберг) за своя принцип за изключване, от който следва, че два електрона в атома не могат да имат едни и същи квантови числа.

5. Това е последният удар за Макс Планк (1858 - 1947), откривателя на кванта на енергия (1900 г.) и най-авторитетния немски физик през първата половина на 20-ти век. Той е загубил преди това (1909 г.) първата си жена – майка на четирите му деца, големия си син, убит през първата световна война (1916 г.), две дъщери-близначки, починали последователно при раждане (1917 г. и 1919 г.).

6. Виж [7]; обилните коментари, които съпровождат тази публикация, имат определено антигерманска насоченост и тенденция да представят Хайзенберг в неблагоприятна светлина.

7. Самуел Гудсмит, р. 1902 г. в Хага, учи при Еренфест в Лайден, открива (заедно с Уленбек) *спина* (собствения момент на въртене) на електрона (1925 г.), емигрира в САЩ (1927 г.), работи през войната върху радара, научен ръководител на мисията Алсос (1944 - 1945), умира в щат Невада през 1978 г.

8. Ханс Бете, р. 1906 г. в Страсбург, защитил докторат (също като Хайзенберг) при Зомерфелд, 1928 г.; емигрирал в Америка през 1933 г., участвал в работата в Лос Аламос над американската атомна бомба, носител на Нобелова награда (1967 г.) за приносите му в теорията на ядрените реакции.

9. Интересно е да се направи сравнение с поведението на съветските физици около създаването на водородната бомба по сталиново време, което се обсъжда у Б. Иоффе, Особо секретное задание, *Новый Мир* 1999, № 5, с.144-155; № 6, с.161-172.

10. За Виктор Вайскопф (1908 - 2002) и неговата роля като директор на ЦЕРН (1961 - 1965) може да се прочете в *CERN Courier* **42**, № 5 (2002).

11. Т.е. поле, което носи спин S ; полетата с полуцял спин не са еднозначни функции на точките в пространство-времето: при завъртане на 360 градуса те си сменят знака.

12. Нам (W. Nahm [8]), например, изтъква, че, благодарение на Хирцебрух в Бон, математиката в следвоенна Германия се възстановява по-успешно от теоретичната физика, като вини Хайзенберг за пренебрежителното му отношение към немски теоретици с математични наклонности.

**Рубриката се спонсорира от АЯР
(АГЕНЦИЯ ЗА ЯДРЕНО РЕГУЛИРАНЕ)**

СЪЩЕСТВУВА ЛИ ЯДРЕН РЕАКТОР, КОЙТО ДА НЕ КРИЕ РИСКА ОТ КАТАСТРОФАЛНА АВАРИЯ

При високотемпературния реактор със сферични графитни горивни елементи стопяване на активната зона е изключено.

Курт Кугелер*

Значението на ядрената енергия ще нараства в световен мащаб, когато проблемът с емисиите на CO₂ бъде наистина много сериозно възприет и когато очакваното дългосрочно поскъпване и изчерпване на изкопаемите горива бъде взето под внимание. Без съмнение обаче това предполага осигуряване на най-висока степен на безопасност както за ядрените централи така и при тяхното извеждане от експлоатация. Понастоящем могат да бъдат реализирани реактори, за които може да се докаже, че не са възможни катастрофални аварии.

В света работят вече в течение на няколко десетилетия 438 енергетични ядрени реактори с обща електрическа мощност 354 GW, които понастоящем покриват около 16 % от необходимата електрическа енергия. В процес на изграждане са 32 нови реактора¹. Някои страни зависят вече в много голяма степен от ядрената енергия, като например Франция със 75 % от произвежданата електрическа енергия или Германия с около 30 %². Ядрените електроцентрали в Германия са с обща мощност около 20 000 MW и те работят с висока ефективност и рентабилност, без да е имало до сега значителни инциденти или аварии. Въпреки това бъдещето на ядрената енергия в някои западноевропейски страни е проблематично: в Германия например федералното правителство реши в рамките на следващите 20 години да преустанови използването на ядрена енергия.

Съществена причина за тази реакция е катастрофалната авария в Чернобил през 1986 г., когато един конструиран с някои недостатъци ядрен реактор беше напълно разрушен през време на извършването на недопустим от гледна точка на безопасността експеримент. Т. нар. РБМК-реактор в Чернобил е реактор на топлинни неутрони със забавител графит. Топлоносител е обикновена вода. Загубата на охлаждане предизвиква рязко повишаване на скоростта на делене, тъй като отпада поглъщането на неутрони от кипящата вода, докато забавящото действие на графита се запазва. Така броят на получаваните неутрони рязко нараства и в резултат активната зона на реактора се стопява, отделя се значително количество водород и графитът се възпламенява. Голяма част от ядреното гориво и продуктите на делене се разпръскват в околната среда и поради възникналия пожар и метеорологичните условия в момента те достигат до обширни район в Украйна, Беларусия и Русия, както и до много европейски страни.³

Още аварията в Харисбърг, щат Пенсилвания, през 1979 г., когато активната зона на реактор, охлаждаан с вода под налягане, частично се стопява, повлиява значително на вярата в безопасността на ядрентехническите съоръжения. И въпреки че тази авария протече без особени последици за околната среда и хората, след нея в САЩ не се изграждат нови ядрени реактори. Оценяваната преди това като хипотетична опасност от тежки ядрени аварии със стопяване на активната зона става реалност!

Но по-голямата част от страните, които разполагат с ядрени електроцентрали, продължават да ги експлоатират. Много страни, като напр. Япония, Китай, Корея, Тайван, Индия и Русия, продължават да изграждат нови ядрени централи. В тези страни се извършват и значителни подобрения в конструкцията и управлението на реакторите с оглед повишаване на безопасността.⁴

Изисквания за безопасност към бъдещите ядрени електроцентрали.

Към евентуалните нови ядрени електроцентрали в Германия законодателят е поставил през 1994 г. едни от най-строгите изисквания в света. Измененият и допълнен закон за атомната енергия в Германия поставят условието при евентуални инциденти или аварии да не настъпят никакви значителни вреди извън ядреното съоръжение. Законът изисква, щото “аварии със стопяване на активна зона на реактора” трябва да бъдат овладени и “евакуиране” на население при такива аварии не трябва да е необходимо. Следователно при всички аварийни събития радиоактивните продукти на делене на ядреното гориво практически трябва да останат вътре в ядреното съоръжение. От наличното количество продукти на делене в околната среда може да проникне само по-малко от 10^{-6} част. По този начин последиците при авария се ограничават в реакторното помещение.

Това изискване е в сила за всички евентуални аварии вътре в ядреното съоръжение, също така в случаите на аварии от външно въздействие (напр. падане на самолет, пожар, бури, експлозии на газове и земетресения). При пълна загуба на охлаждане, отказ на системите за отвеждане на топлина, отказ на системите за регулиране и спиране на реактора и повреди в първичния контур в никакъв случай не трябва да се стига до освобождаване на значими количества продукти на делене от реактора. Съгласно закона от 1994 г. се изисква осъществяването на безопасността и при междинно съхраняване на отработено ядрено гориво или при неговото крайно съхраняване (т.нар. “погребване”). Същото се отнася и за съхраняването на високоактивни радиоактивни отпадъци.

Пътища за изпълнение на законовите изисквания

Съществен проблем за безопасността на съвременните ядрени реактори е, че след спирането им може да се стигне до загуба на активно охлаждане, което е необходимо за отвеждане на отделяната топлина при разпадането на продуктите на делене. Стопяването на активната зона при реактори с водно охлаждане под налягане и при реактори с кипяща вода може да е резултат именно от тази загуба на охлаждане. Новите ядрени реактори могат да бъдат така конструирани, че стопяването на активната зона да бъде овладяно или дори да бъде изключено.

При тежки ядрени аварии на съществуващите ядрени реактори не може да се изключи и трансгранично пренасяне на радиоактивни вещества. Затова е необходимо в

Германия и във Франция, както и в цяла Европа, да се разработят единни стандарти за безопасност⁵. Разработваната съвместно от Германия и Франция концепция за реактор с водно охлаждане под налягане все още не изключва напълно стопяване на активната зона. С помощта на подходящи технически средства обаче се предвиждат мерки стопената активна зона да бъде “уловена” и охладена, като защитният корпус на реактора бъде конструиран така, че да се овладеят последиците от това. Съставна част от EPR-реактора (EPR = European Pressurized Water Reactor) е нов двуслоен корпус на реактора, разработван от Сименс и Фраматом за електрическа мощност от около 1700 MW.

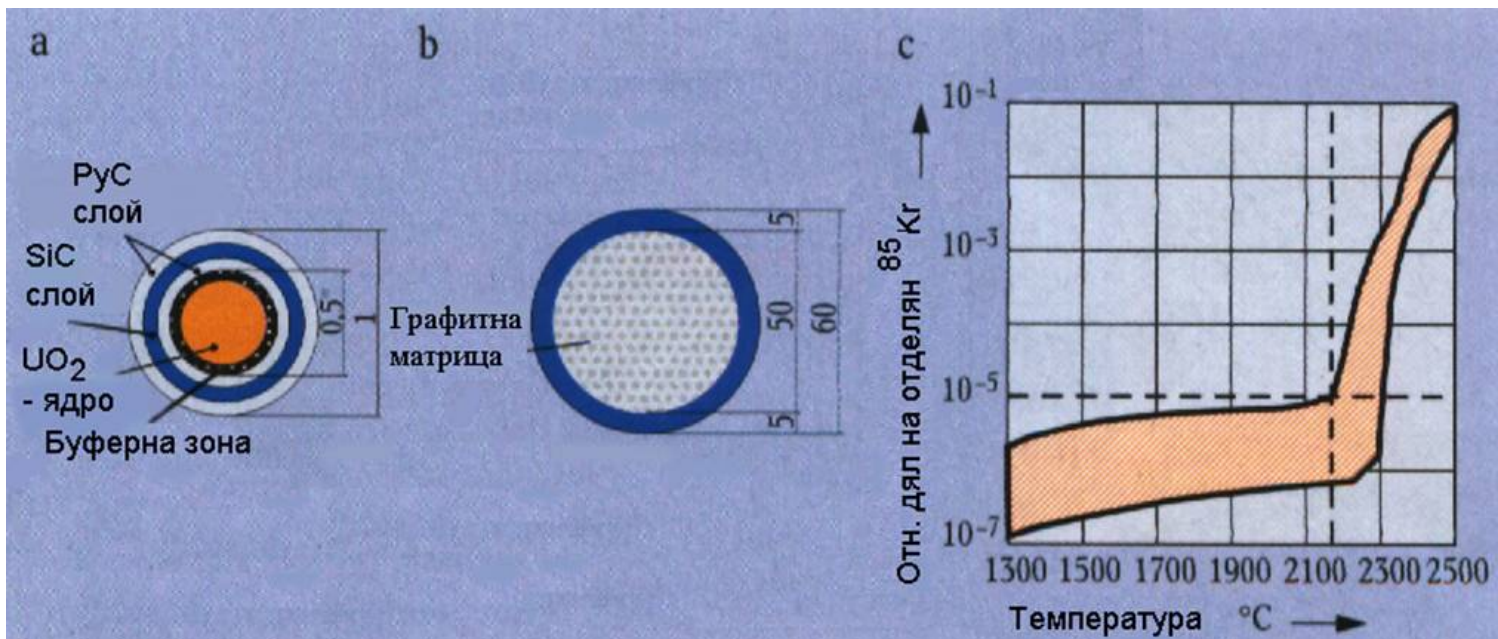
Трябва да се докаже, че тази конструкция осигурява безопасността при всички възможни аварии, че възникването на големи количества водород, възможна парна експлозия, евентуално разкъсване на корпуса на реактора и стопяване на активната зона под високо налягане с образуване на водород могат да бъдат овладени. Трябва да се докаже херметичността на новия корпус за много продължителен период от време. Едва тогава при EPR-реактора ще бъдат изпълнени изискванията на новия атомен закон.

Алтернатива на гореописаната разработка са ядрени реактори, при които стопяване на горивните елементи и на активната зона е изключено дори при пълна загуба на охлаждане. Такава възможна конструкция е описана по-долу.

Високотемпературен реактор, който не крие риск от катастрофална авария

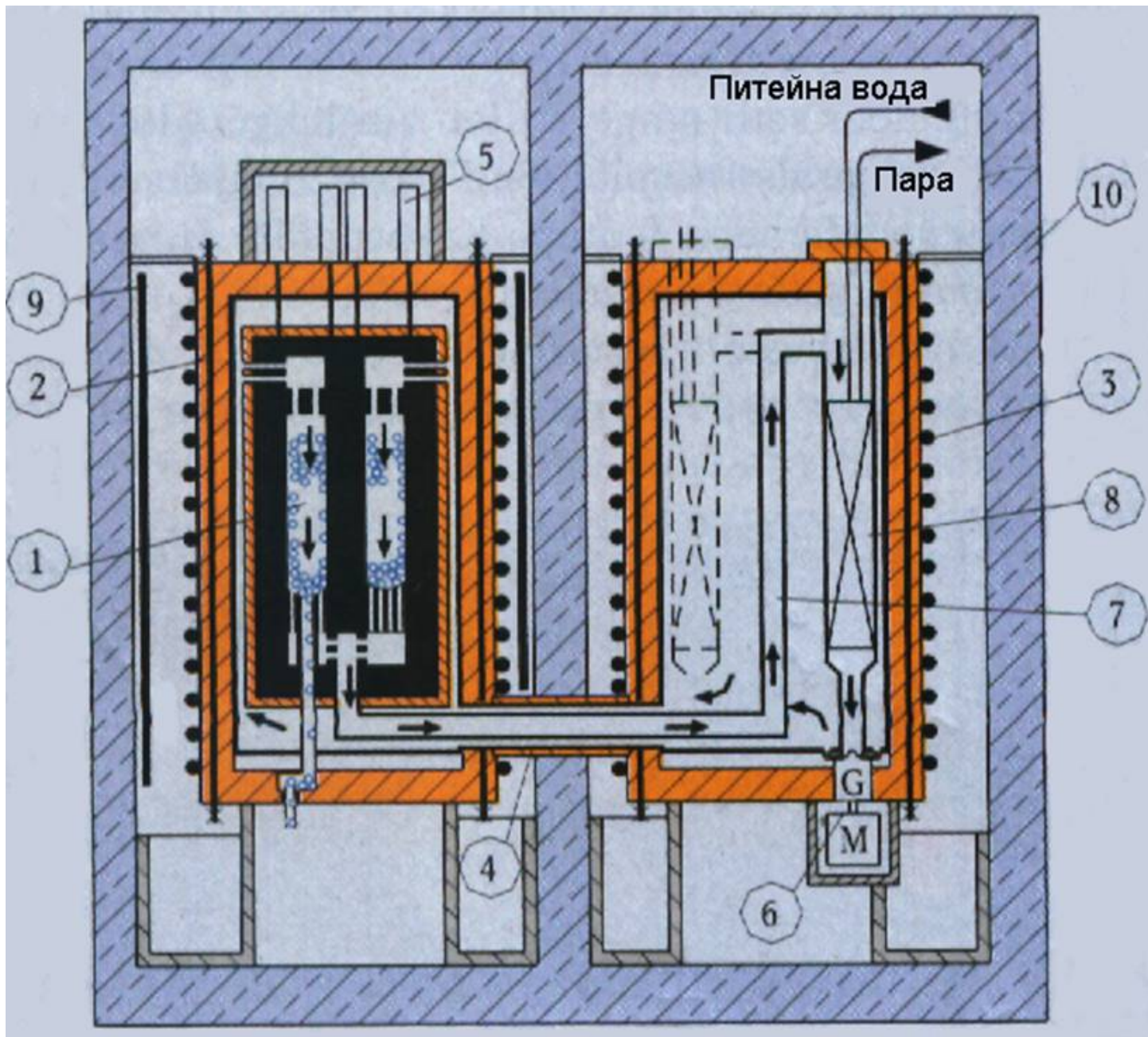
При ядрени реактори, активната зона на които не може да се стопи, горивните елементи и цялата активна зона трябва да бъдат подходящо конструирани от неутроннофизична и топлотехническа гледни точки. Установено е, че с помощта на сферични керамични горивни елементи радиоактивните продукти на делене и делящият се материал могат да бъдат задържани в случай на авария до температура от 1600 °C. По този начин се реализира изискването за евентуално разпръскване на по-малко от 10⁻⁶ част от продуктите на делене от горивните елементи.

Високотемпературният реактор (HTR) беше разработен и изпробван в Германия и сега се доразвива в Китай, Южна Африка и САЩ. Първата модулна система с мощност 200 MW (термични) на модул беше планирана през 80-те години от Сименс до ниво производство, като експертизата беше много положителна. Отрицателната тенденция за развитието на ядрената енергетика в Германия обаче осуети реализирането на тази концепция.



Фиг. 1. Централен елемент на ядрен реактор, който не крие риск от катастрофална авария, са сферични керамични горивни елементи. Всеки елемент се състои от около 10 000 частици с ядро от UO_2 и с големина 1 mm, обвито с три слоя силициев карбид и пиролитичен графит (a). Тези сфери са пресовани в графитови матрици и представляват горивен елемент с големина 6 cm (b). Посредством това капсуловане при аварии с прегряване продуктите на делене се задържат, както е показано на примера за ^{85}Kr (c).

Сферичните графитни горивни елементи съдържат ядра от UO_2 с трислойно покритие (Фиг. 1.a). Тези ядра са много малки (с диаметър 0,5 mm) и са покрити с плътни слоеве от пиролитичен графит и силициев карбид, така, че делящите се материали и продуктите на делене са трикратно защитени. В тези керамични горивни елементи продуктите на делене практически се задържат напълно до температура 1600 °C за много продължително време. На Фиг. 1.c е показано като пример отделянето на получавания при делене радионуклид ^{85}Kr . Подобни криви са в сила и за другите продукти на делене. Задачата следователно е да се конструира НТР, при който поради вътрешни или предвидими външни причини за авария да не бъде достигната никога температура на горивните елементи, превишаваща 1600 °C. Това изискване се реализира с пръстеновидна активна зона с широчина около 1,5 m и средна плътност на мощността 3 MW/m³ (Фиг. 2), както при пълна загуба на охлаждане, така и при отпадане на каквото и да е допълнително активно отвеждане на топлина.



Фиг. 2. Концепция за безопасен високотемпературен реактор с пръстеновидна активна зона и първичен контур, който е разположен в предварително напрегнат и осигурен срещу разкъсване корпус. 1.: активна зона; 2.: корпус на реактора; 3.: предварително напрегнат кабел; 4.: коаксиален тръбопровод; 5.: регулиращи пръти; 6.: вдуващ вентилатор за хелий; 7.: газопровод за горящ газ; 8.: парогенератор; 9.: повърхностен охладител; 10.: вътрешен бетонен корпус.

Този тип реактор има две независими системи за регулиране, разположени в страничен графитов отражател. При нормална експлоатация страничният отражател, обхващащ активната зона, служи за отразяване на неутроните. При авария чрез въвеждане на осем регулиращи пръта, намиращи се в отвори в страничния отражател, отразяването на неутрони спира и реакторът се изключва. Но дори когато тази система

за спиране отпадне, температурата на горивните елементи няма да превиши допустимата стойност от 1600 °С. Втората система за регулиране се състои от малки абсорбиращи сфери от борен карбид (с диаметър 1 cm), които през отвори в страничния отражател попадат в активната зона, довеждат реактора до подкритично състояние и го спират. Силно отрицателен температурен коефициент на реактивност независимо от действието на регулиращите системи осигурява винаги преустановяването на ядрената реакция при нежелателни повишения на мощността.

Отделяната при авария топлина се предава чрез топлопроводимост, излъчване и конвекция от активната зона посредством отражателите на външна плоска охладителна система, обхващаща реакторния корпус. Ако и тази охладителна система отпадне, отделящата се топлина ще бъде погълната от бетонната обвивка и впоследствие ще бъде отгледана в атмосферата на най-външната обвивка. При това и най-силно загреят горивен елемент няма да достигне посочената по-горе допустима температура.

Реакторът непрекъснато се зарежда отгоре с нови, свежи сферични горивни елементи, а напълно отработените горивни елементи с помощта на специална система се изваждат от дъното на активната зона. Частично отработените горивни елементи се рециклират до 10 пъти през реактора. Тази технология беше успешно практикувана в продължение на 20 години при експерименталния ядрен реактор (AVR) в изследователския център в Юлих. Този реактор имаше топлинна мощност 50 MW и температура на изходящия хелий 950 °С. В активната зона на реактора при тази технология е налице винаги толкова дялящ се материал, колкото е нужен за поддържане на системата в критично състояние – съществена характеристика за безопасност на реактора.

Охлаждането на реактора, отвеждането на топлина от активната зона към парогенератора, става посредством хелий, който при налягане 60 bar (6 MPa) се загрява от 250 °С до 700 °С. Тъй като при тези условия температурата на ядреното гориво в горивните елементи е под 900 °С, при нормална експлоатация от горивните елементи практически не се изпускат продукти на делене и в първичния контур не се констатира забележимо замърсяване. Това се доказва посредством дългогодишната експлоатация на AVR дори при температура на хелия 950 °С.

В парогенератора се получава свежа пара с конвенционални параметри 530 °С / 200 bar, респективно 20 MPa. При съвременните парогенератори е възможно повишаване на температурата на парата до 600 °С и постигане на к.п.д. на централата около 43 %. Активната зона е свързана с парогенератора посредством изолиран отвътре коаксиален тръбопровод, в който горещият газ преминава през вътрешния канал, а връщащият се обратно студен газ охлажда отвън горещия тръбопровод.

Целият първичен контур е поместен в предварително напрегнат и осигурен срещу разкъсване корпус. Използваните затова аксиални и радиални кабели (въжета) са така размерени, че в стените на корпусите имаме само напрежение на натиск. В известен смисъл конструкцията наподобява използването на кабели при мостовите от предварително напрегнат бетон. Материалът на корпусите, който е херметичен и за хелия, е подходяща стоманена отливка. Изследват се освен това и специално изработени корпуси от сферографитни чугунени блокове, предварително напрегнат стоманобетон и ковка стомана.

Както се вижда от Фиг. 2, двата главни корпуса на първичния контур са разположени в бетонна клетка (корпус) с плоска охладителна система. Изгражда се и една външна защитна обвивка (containment), предназначена за защита от външни въздействия.

Термичната мощност на този тип реактори е ограничена до 300 MW, което се определя от големината на наличните понастоящем корпуси. По-големи мощности могат да бъдат достигнати посредством паралелното свързване на два и повече реактори. Освен парогенератора, показан на Фиг. 2, в този корпус може да се монтира и газова турбина или компонентите на комбиниран цикъл (комбиниран процес на газова и парна турбина). НТР дава възможност за производство на електрическа енергия с висок к.п.д. (до 45 %).

Оценка на безопасността

- **Термична стабилност:** както се вижда от Фиг. 3, дори при едновременна пълна загуба на охлаждане, отпадане на активното отделяне на остатъчна топлина и отказ на системата за регулиране и спиране, максималната температура на горивните елементи 1600 °C няма да бъде превишена. Тази стойност може да се получи за кратко време само в много малка част от активната зона. Стопяване на активната зона е изключено. Отделяната топлина в течение на около 25 часа се задържа предимно в керамичните структури на горивните елементи и в дебелостенните графитни отражатели, които обграждат реактора. След това преобладава топлоотделянето през повърхността на реакторния корпус в околното пространство. Температурата на стената на реакторния корпус остава под 300 °C, докато функционира външната охладителна система, обкръжаваща корпуса и представляваща тръби, през които тече вода. Ако и тази охладителна система отпадне, максималната температура на горивните елементи ще остане практически непроменена, а температурата на стената на корпуса ще се повиши до 450 °C.



Фиг. 3.

- **Ядрена стабилност:** поради непрекъснатото зареждане със свежи горивни елементи активната зона практически няма излишък на радиоактивност за компенсиране на изгарянето, необходима при всички съвременни водно-водни реактори, за да се осъществи експлоатацията до следващото презареждане. Температурните коефициенти на високотемпературния реактор са силно отрицателни. При воден пробив и активната зона има отрицателен коефициент на обратна връзка, т.е. едно нарастване на мощността ще бъде ограничено посредством увеличаване на паразитното поглъщане на неутрони, когато чрез подходящо разполагане на горивните елементи (50 % графитни сфери в активната зона) се установи свръхзабавяне.

- **Химична стабилност:** проникването на големи количества въздух в първичния контур не е възможно поради използването на предварително напрегната и обезопасена

откъм разкъсване конструкция. Малки количества въздух, които биха могли да проникнат през малки неуплътнени отвори (номинален диаметър < 65 mm), не могат да повредят горивните елементи. Съдържанието на въздух във вътрешната затворена бетонна клетка на реактора е ограничено до такава степен, че не са възможни недопустими повреди на горивните елементи, които биха имали радиологични последствия.

Последствията от евентуално масивно проникване на вода в първичния контур биха били повишаване на налягането на системата, корозия на графита и образуване на водород и въглероден окис. Проникването на вода в първичния контур се овладява чрез наличните защитни устройства като спирателни вентили, предпазни вентили и предпазни мембрани. Дори в случай на значителни количества вода, които при отказ на всички тези защитни устройства биха могли да проникнат по принцип в първичния контур, не застрашават целостта на активната зона.

- **Механична стабилност:** механичната стабилност се постига посредством предварително напрегнатата конструкция на корпуса. При недопустимо повишаване на налягането, което не може да бъде намалено чрез предпазните вентили и мембрани, се отваря заварен уплътнител в корпуса и чрез този отвор налягането спада. Това състояние на повишено налягане в предварително напрегнатия корпус е проверявано многократно и не оставя съмнение за целостта на реакторния корпус.

Контролът на качеството на горивните елементи се извършва преди зареждане и продължава през време на експлоатация селективно. Външни въздействия, които са предвидими и са уточнени в процеса на даване на разрешително за експлоатация (падане на самолет, експлозия, земетресение), се овладяват посредством реакторната сграда с дебелина на стените 2 m и описаната стабилна конструкция на първичния контур. Дори когато силно земетресение би разрушило реакторната сграда и развалините покрият реакторния корпус, ефективното отвеждане на топлината ще охлажда системата до некритични стойности. В общи линии може да се каже, че при предвидимите вътрешни и външни причини за авария няма да се получи събитие, при което да бъдат изхвърлени в околната среда недопустими радиоактивни замърсявания. Експерименти с AVR-реактори в Юлих са провеждани, вкл. при пълно изключване на регулиращите системи. Но поради силно отрицателните температурни коефициенти реакторът автоматично се изключва. Активното охлаждане също е било напълно изключено и реакторът е отдавал отделяната топлина, така че температурата на горивните елементи не е достигала стойности над 1300 °C. Тези тестове за безопасност са уникални и показват недвусмислено сигурността на описаната конструкция.

Подобна конструкция детайлно се експериментира в Китай, като се разглеждат всички възможни повреди. Всичко това е вероятно една предпоставка за възвръщане на доверието в ядрената енергетика.

Превод: Р. К. Попиц

(Със съкращения от Physikalische Blätter, 57 Jahrgang, Heft 11, November 2001, 33-38)

* Проф. д-р инж. Курт Кугелер е ръководител на катедрата по ядрена безопасност и ядрена техника във Висшето училище в Аахен и директор на Изследователския институт за безопасност и ядрена техника в Ядрения център на ФРГ в Юлих. Той е също член на германската комисия по ядрена безопасност.

1. По данни на Международната агенция за атомна енергия, Виена, за 31.12.2001 г – *Бел. прев.*

2. За България този относителен дял възлиза на около 45 %. *бел. прев.*

3. Подробности за станалото в Чернобил и за последствията от него могат да се намерят в много публикации, вкл. в “Чернобил: анатомия на взрива” от Г. Львов, сп. “Светът на физиката”, 1996, кн.4, стр. 228-241; “Какво остана след Чернобил”, под. ред. на доц.Б. Манушев, Бълг. ядрено д-во, София, 1996; Бончев Цв., Ив. Манджуков и Б. Манушев – “Истината за чернобилските замърсявания в България”, Унив. изд. “Св. Климент Охридски”, София, 1990, стр.82 – *Бел. прев.*

4. У нас са извършени значителни подобрения на блокове 3 и 4 на АЕЦ “Козлодуй” – *Бел. прев.*

5. Засега единни и международно прилагани стандарти за ядрена безопасност са тези на Международната агенция за атомна енергия – *Бел. прев.*

ОТДЕЛЯНЕ НА ГАЗ В ЧАША ШАМПАНСКО:

МЕХУРЧЕСТА ИСТОРИЯ

Жерар Лиже-Белер и Филип Жанде,

Лаборатория по енология*, научен факултет, Реймс, Франция

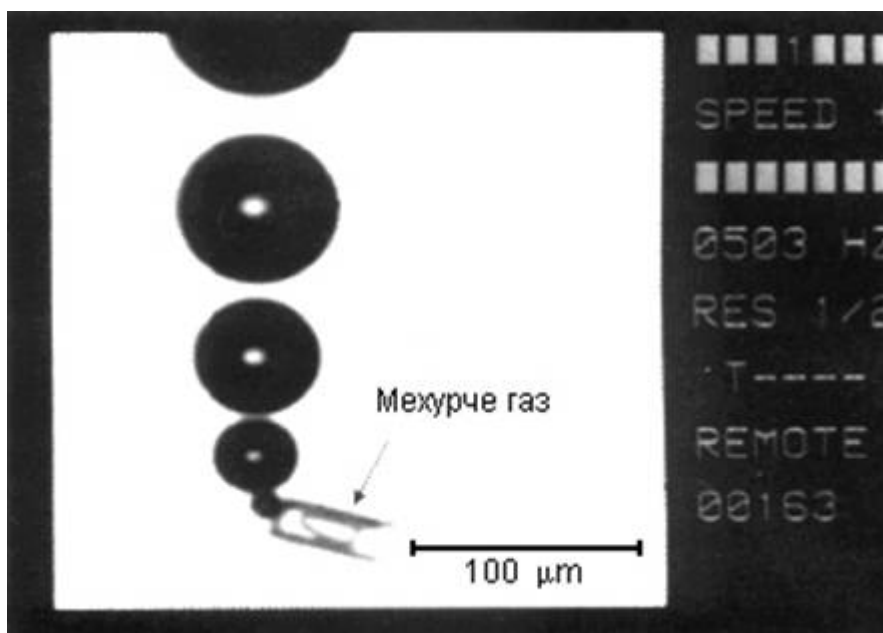
Отдавна хората са омайвани от бързото движение на мехурчетата и пяната и като се започне с основополагащия труд на Леонардо да Винчи от началото на 16-ти век, тази тема е породила огромен брой публикации. Но едва напоследък беше проявен засилен интерес към мехурчетата в шампанизираните вина.¹ Отличителните белези за качество на тези традиционно празнични вина са малките, издигащи се през течността, мехурчета, както и мехурчестият пръстен (така наречената огърлица, яка) по периферията на напълнената с шампанско чаша, и макар все още да няма научно доказателство за връзката между качеството на едно шампанско и малкия размер на мехурчетата, хората често правят такава връзка. Поради това през последните години изясняването на ролята, която всеки един от многобройните параметри, влияещи върху формирането на мехурчетата, играе, стана важен фактор при изследването на шампанското. Освен това, в допълнение към тези строго енологични основания, ние имаме усещането, че областта на мехурчестата динамика и по-точно на динамиката на пукащите се мехурчета може да спечели от простото непосредствено наблюдение на напълнена с шампанско чаша.

В тази статия са обобщени първите ни резултати, получени при непосредственото наблюдение на трите основни етапа от живота на шампаневите мехурчета, а именно възникването на мехурните ядра, издигането на мехурчетата и спукването им при достигане на свободната повърхност на течността. Резултатите ни бяха получени в условията на реална консумация с помощта на класически кристални чаши, пълнени със стандартно комерсиално шампанизирано вино.

Образуване на мехурните ядра

В случая с шампанизираните вина, основният газ, отговорен за възникването на мехурчетата, е въглеродният двуокис, който се създава от квасите по време на вторичната ферментация в затворената бутилка. Съгласно закона на Хенри постепенно се създава равновесие между разтворения във виното газ и парообразния газ в пространството под корковата тапа. В края на ферментацията налягането на CO_2 под тапата е около 6 atm и виното може да съдържа до 12 g/l разтворен въглероден двуокис. При отваряне на бутилката налягането на парообразния CO_2 пада рязко. Термодинамичното равновесие, съществувало в затворената бутилка, се нарушава и виното става свръхнаситено с молекули CO_2 . За да се установи ново стабилно термодинамично равновесие, съответстващо на атмосферното налягане, шампанското

трябва да се дегазира. Когато се налива в чаша, разтворените молекули въглероден двуокис могат да напускат свръхнаситената течна среда посредством два механизма: чрез дифузия през плоската свободна повърхност на течността и чрез образуване на мехурчета. Докато една течна среда е свръхнаситена, свободната енергия в нея на единица обем, Δg_v , свързана с пренасянето на разтворени газови молекули в парата, е отрицателна и следователно термодинамично благоприятна. Но процесът на образуване на мехурчетата води и до образуването на междуфазова свободна енергия. Под някакъв критичен радиус r_c , зависещ от някои физикохимични параметри на разтвора, формирането на мехурни ембриони води до чисто нарастване на общата свободна енергия на системата. Оттук нататък класическото образуване на ядра се характеризира с енергетична бариера, която трябва да се преодолее.² Затова хомогенното формиране на мехурни ядра в обема на течността или нехомогенното такова върху гладки повърхности изисква много високи степени на свръхнасищане, които са напълно нереални в случая на шампанизирани вина.^{3, 4} При слабо свръхнаситени течности, каквито са в общия случай шампанското, пенливите вина и газирани напитки, за да преодолеят енергетичната граница за образуване на ядра и да нарастват свободно, на мехурчетата са необходими предварително съществуващи газови кухини с радиуси на кривината, по-големи от критичния. При този вид не-класическо хетерогенно образуване на ядра разтворените газови молекули спонтанно дифундират през менискуса на предварително съществуващите газови кухини.



Фиг. 1. Увеличен образ на частица, действаща като ядрообразуващ център върху стената на чаша, напълнена с шампанско. Повечето от тези частици са кухи, удължени, почти цилиндрични нишки.

Противно на общоприетото, ядрообразуващите центрове не са разположени върху неравности на самото стъкло. Неравностите по стъклото и кварца са далеч по-малки от критичния радиус на кривината, необходим за неklasическо хетерогенно ядрообразуване. Повечето ядрообразуващи центрове са разположени по кухи и почти цилиндрични екзогенни целулозни нишки, идващи от околния въздух или оставени в процеса на измиване. Поради геометричните и хидрофобните си свойства тези частици могат да залавят газове джобчета при пълненето на чашата и по този начин да инициират процеса на мехурообразуване. На Фиг. 1 е показан типичен ядрообразуващ център. Ясно се вижда заловеното в частицата газово джобче. Такива частици са причината за редовното и постоянно произвеждане на мехурчета, които се издигат едно след друго във вид на елегантни верижки от мехурчета.⁵⁻⁷ Този цикъл на формиране на мехурчета в даден център на ядрообразуване се характеризира с честотата си на "мехурчене". Интервалът от време до момента на откъсване на мехурчето зависи от кинетиката на пренасяне на молекулите CO₂ от шампанското до газовите джобчета, но и от геометричните свойства на даден ядрообразуващ център. Тъй като върху стъклената повърхност се намират разнообразни по форма и размери частици, честотата на "мехурчене" също може да варира. Три минути след наливането ние измерихме честоти между по-малко от 1 Hz до към 30 Hz, което означава, че най-активните ядрообразуващи центрове генерират до 30 мехурчета в секунда.

Издигане на мехурчетата

Дори само едно кратко разглеждане на типичната верижка от газове мехурчета, показана на Фиг. 2, е доста поучително. Ясно се вижда, че при издигането си мехурчетата нарастват. Нещо повече, с нарастването на разстоянието между последователните мехурчета, още от момента на освобождаването им от ядрообразуващия център с редовността на часовник, можем да се досетим, че всяко мехурче се ускорява при издигането си през течността. За по-добро анализиране на хидродинамичните и физикохимичните параметри, които управляват издигането на един мехур, нека напишем уравнението на движението на раздуващ се сферичен газов мехур, издигащ се в нисковискозен флуид, какъвто е случаят с мехурчетата в шампанското. След напускането на ядрообразуващия център, върху мехурчето, в допълнение към подемната сила,

$$F_B = 4\rho g\pi R^3/3,$$

действа силата на вискозно притегляне, упражнявана от околния флуид; в класическия случай тази сила се записва по следния начин:

$$F_D = C_D\rho U^2\pi R^2/2,$$

където C_D е безразмерен коефициент, R е радиусът на мехура, U е скоростта на издигане, ρ е плътността на течността и g е земното ускорение. Очевидно инерцията на мехурите може да бъде пренебрегната, но по време на издигането си мехурите изтласкват непосредствено обкръжаващата ги течност, което води до сила, дължаща се на добавената маса. Добавената маса на един мехур е

$$M_0 = 4C_{AM}\rho\pi R^3/3,$$

където коефициентът на добавената маса C_{AM} е съотношението на обема на изместената по време на издигането течност и обема на мехура. Тогава уравнението на движението на издигащите се и раздуващи се газови мехурчета в шампанското може да се запише по следния начин:

$$d(M_0U)/dt = 4\rho g\pi R^3/3 - C_D\rho U^2\pi R^2/2. \quad (1)$$

тъй като радиусът на мехура нараства по време на издигането, това уравнение

$$C_{AM}\rho\frac{4}{3}\pi R^3\left(\frac{dU}{dt} + \frac{3U}{R}\frac{dR}{dt}\right) = \frac{4}{3}\rho g\pi R^3 - C_D\frac{1}{2}\rho U^2\pi R^2.$$

става:

$$(2)$$

Въпреки това беше установено, че ефектът от добавената маса при доближаване на мехура към повърхността никога не надвишава 2-3 % от подемната сила [5, 7]. Поради това по-нататък тя ще бъде пренебрегвана. Така уравнението на движението (2) се свежда до класическия баланс между притеглящата и подемната сили. Експерименталното определяне на R и U за всеки мехур от дадена верижка води до експерименталното определяне на коефициента на притегляне C_D по време на издигането чрез уравнението

$$C_D = 8gR/3U^2. \quad (3)$$

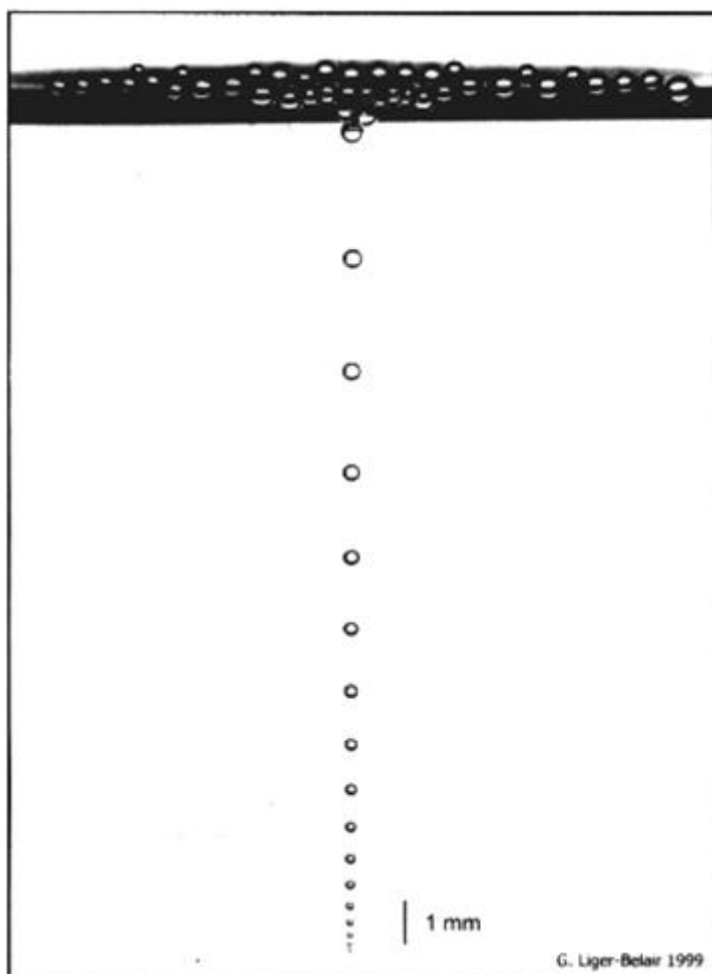
През последните десетилетия бяха предложени много емпирични и полуемпирични уравнения за апроксимиране на C_D за мехури при свободно издигане. Някои от най-популярните са изредени в [8]. Ние сравнихме измерванията си с два от тях, съответно C_{RS} и C_{FS} , налични за целия диапазон от числа на Ренълдс, които се отнасят за шампанените мехурчета. C_{RS} се отнася за твърди сфери и е приложим за издигащи се мехури, които са покрити изцяло с повърхностно активни вещества, докато C_{FS} е получен за флуидни сфери, т.е. за мехури с напълно подвижни интерфейси, свободни от повърхностно активни материали.

За да се получи индиректно състоянието на мехурчестите повърхности при издигането им, бе използван нормализиран коефициент на притегляне, дефиниран по следния начин:

$$C_D^* = (C_D - C_{FS})/(C_{RS} - C_{FS}). \quad (4)$$

За мехури с напълно подвижни интерфейси, които имат хидродинамичното поведение на сфери течност, ще се получават стойности на C_D^* близки до нула, докато за такива със замърсена повърхност, чието хидродинамично поведение е близко до това на

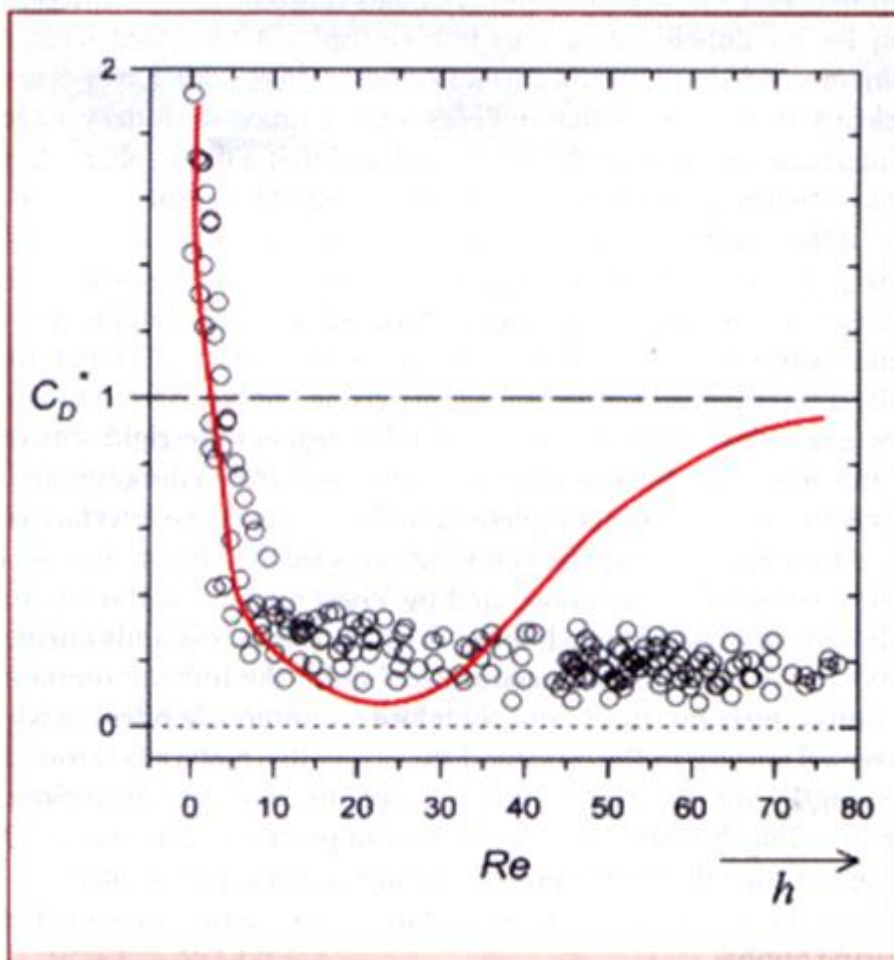
твърди сфери, стойностите на C_D^* ще са близки до единица. На Фиг. 3 е показана графика на зависимостта на нормализирания коефициент на притегляне от Re за мехури шампанско от различни верижки мехурчета. Според един първи режим, приписван както на инерцията, така и на дължащите се на стените на чашата ефекти, където $C_D^* > 1$, на фиг. 3 ясно се вижда, че мехурите достигат квазистационарно състояние, което е междинно между тези на твърди и течни сфери (все пак по-близо до това на сфера течност). Този резултат драстично се отличава от стандартно наблюдавания с мехури с фиксирани радиуси, издигащи се в разтвори на повърхностно активни вещества. Действително, тези вещества прогресивно полепват по повърхността на издигания се мехур, увеличавайки неподвижната част от тази повърхност. Поради това коефициентът на действащата върху издигания се мехур с постоянен радиус притегателна сила прогресивно нараства и неизбежно достига границата на твърда сфера, когато интерфейсът на мехура се замърси напълно. По-точно интерфейсът на мехур, издигащ се в разтвор на повърхностно активно вещество, става напълно неподвижен, преди напълно да се покрие, както е показано в [9]. В случая с мехурчета в шампанско, тъй като се раздуват при издигането си в свръхнаситения флуид, интерфейсът им непрекъснато нараства и следователно непрекъснато предоставя новообразувана повърхност на абсорбирваните повърхностноактивен материал (около 5 mg/l, състоящ се предимно от протеини и гликопротеини). Върху раздуващите се мехури действат два противопоставящи се един на друг ефекти. Фиг. 3 подсказва, че нарастването на издигания се мехур приблизително уравновесява бързината на полепването на повърхностноактивни съединения по него.



Фиг. 2. Типична снимка на равномерна верижка от мехурчета. Тъмната хоризонтална линия се дължи на менисуса на течността между свободната повърхност и стената на чашата.

Освен това сравнихме поведението на шампанени мехурчета с това на бирени такива. Установихме, че поведението на бирените мехурчета е много близко до това на твърди сфери [5, 7], като по този начин потвърдихме едно предишно изследване [10]. Това не е изненадващо, тъй като бирата съдържа много по-голямо количество повърхностноактивни макромолекули (от порядъка на няколко грама в литър), които се абсорбират от мехурния интерфейс с по-голяма вероятност отколкото при шампанското. Нещо повече, тъй като съдържанието на газ в бирата е по-ниско, бързината на раздуване на бирените мехурчета е по-малка от тази в шампанското. В резултат на това ефектът на

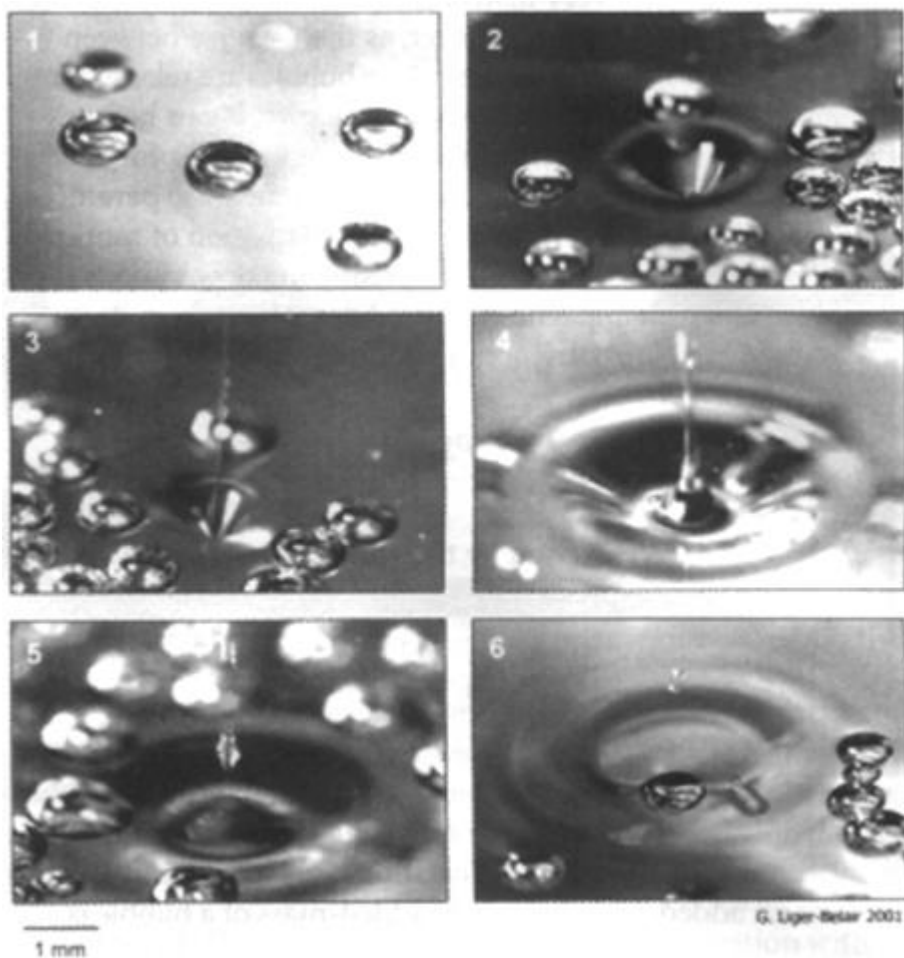
разреждане, дължащ се на бързината на разширяване на мехурната повърхност, може да е толкова слаб, че да се избегне втвърдяването на интерфейса на бирените мехурчета.



Фиг. 3. Нормализиран коефициент на притегляне, изпитван от едно от мехурчетата с фиксиран радиус (плътната крива) при издигането им в шампанизирано вино като функция на числото на Ренълдс Re (и индиректно като функция на изминатото разстояние h от ядрообразувачия център); граница на флуидни сфери (. . . .); граница на твърди сфери (- - -).

Спукване на мехурите при свободната повърхност

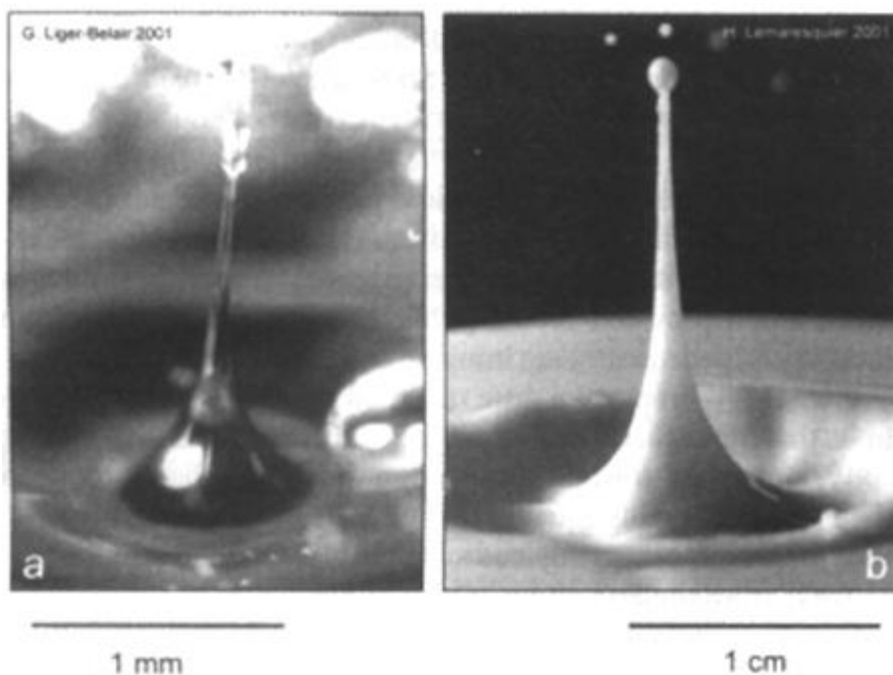
Следват резултати, отнасящи се до спукването на мехурчетата при свободната повърхност на шампанското. На Фиг. 4 е показана възстановена последователност във времето, илюстрираща шест етапа на спукването на един мехур. Показаните снимки са направени непосредствено след разкъсването на горната повърхност на мехура [11]. Следва кратко описание на всяка от снимките.



Фиг. 4. Възстановена последователност във времето, илюстрираща шест етапа от спукването на един мехур при свободната повърхност на. Интервалът от време между всеки два последователни кадъра е около 1 ms.

Между кадрите 1 и 2 тънкия слой течност, който формира изплувалата част от мехура, се пука (в рамките на 10 до 100 μs). По време на тази изключително кратка начална фаза формата на мехура остава неизменна. Върху свободната повърхност остава една отворена кухина с диаметър около 1 mm. Докато колабира, кухината поражда насочена нагоре високоскоростна струя течност (кадри 3 и 4). Близко до основата на струята може да се види едно изключително малко мехурче (около 100 μm), вероятно заловено там по време на процеса на колабиране. Поради собствената си висока скорост тази струя става нестабилна и се разпада на капчици, наречени струйни капки (кадър 5). Комбинираният ефект от инерцията и повърхностното напрежение придава на тези капки най-различни и често странни форми. Накрая изхвърлените от мехура капчици стават почти сферични (кадър 6). Поради възбуждането на повърхността като следствие от колапса на мехура по свободната повърхност на течността се разпространяват последователности от капилярни вълни с център - средата на спукания мехур. Отдясно на централния мехур може да се види заловеното по време на колапса мехурче.

Струята течност, която съпровожда колапса на мехура, удивително напомня миниатюрен вариант на наблюдаваната при удар на капка с течна повърхност. В книгата си "Изследване на пръските" (*A Study of Splashes*) Уортингтън представя забележително ясни снимки на удари с капки [12]. На Фиг. 5 се виждат подробно формите на две различни течни струи, породени при пукане на мехур и при удар на капка. Хидродинамичните структури, възникващи при капков удар са очевидно много близки до тези при мехурния колапс. Тъй като през първите минути след наливането на шампанско всяка секунда се пукат стотици мехурчета, може да се заключи, че свободната повърхност на шампанското в чашата буквално е наситена с такива конусообразни течни структури, които за съжаления са твърде краткоживущи, за да бъдат наблюдавани с невъоръжено око.



Фиг. 5. Увеличени изображения на течни струи, които са резултат съответно: на мехурен колапс (a) и на капков удар (b).

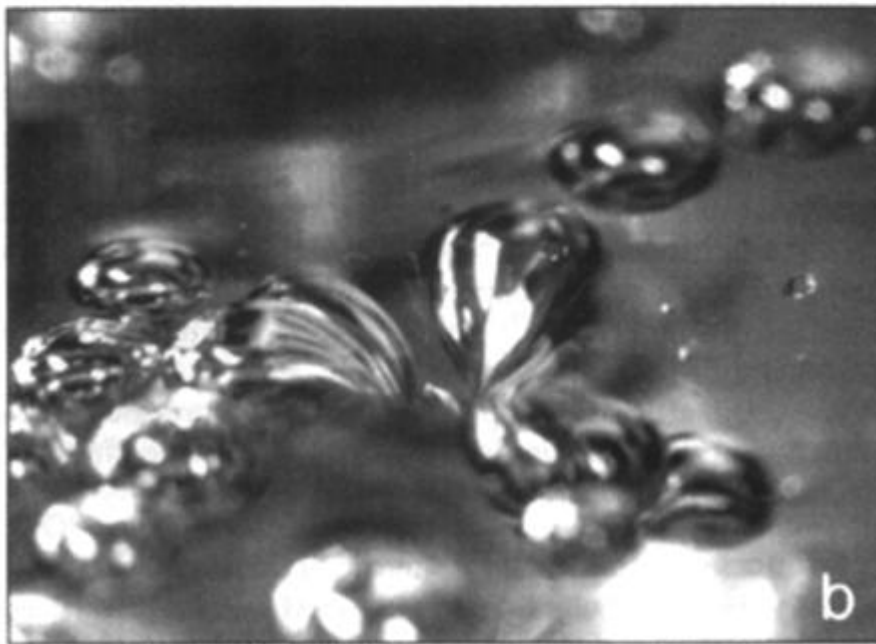
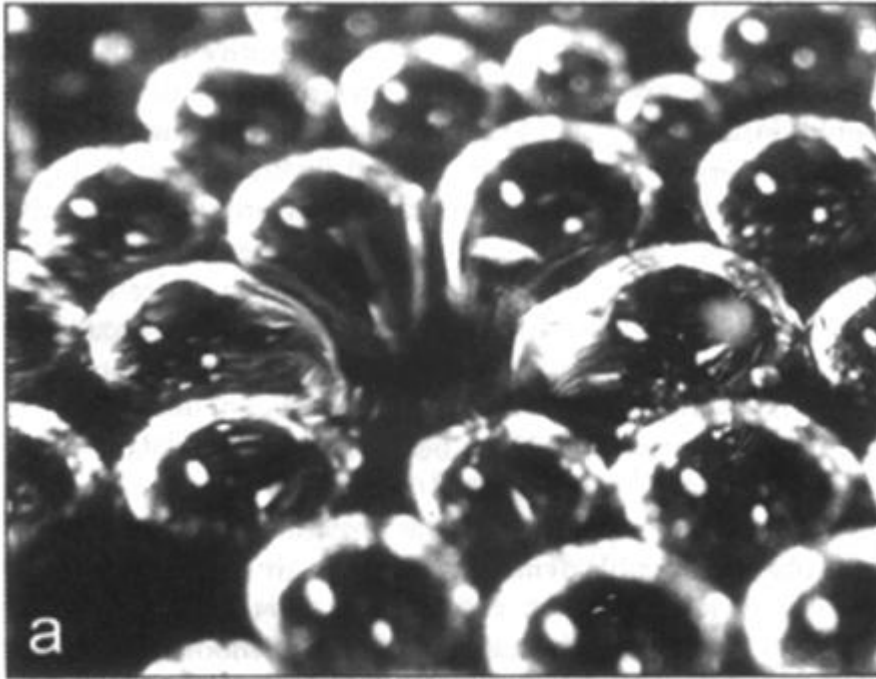
Това бурно в миниатюрни мащаби хидродинамично явление, което води до изстрелването на течна струя с висока скорост, се дължи на градиентите на капилярно налягане, възникващи в слоя около отворената кухина, останала от пукналия се мехур. Непосредствено след спукването на горната част на мехура периферията на отворената кухина става област с положителна кривина. Тя осигурява пръстен на високо налягане около кухината. Същевременно, поради отрицателната кривина, около долната страна на кухината съществува зона на ниско налягане. Като резултат на това флуид от периферията бива бързо притеглен към оста на симетрия. Долната част на кухината

става зона на високо налягане. Това тласка флуида нагоре и надолу и се образуват две струи течност.

От първото фотографско изследване, публикувано преди около 50 години [13], са проведени много експерименти с отделни мехури, пукащи се при свободна повърхност. Но доколкото знаем и видимо изненадващо досега не е съобщено за резултати, отнасящи се до страничните ефекти върху съседните мехури от пукащи с мехури в слой от такива. Всъщност отделянето на газ в чаша шампанско теоретически се основава на една предварителна работа за мехури, пукащи се в монослой мехури. Няколко секунди след наливането на чашата, свободният слой се покрива изцяло от монослой, съставен от изцяло монодисперсни милиметрови мехури, които се пукат близко един до друг. На Фиг. 6 е показана снимка, направена след пръскането на горната страна на един мехур. Горните повърхности на съседните мехури буквално са всмукани към долната част на останената от пукналия се мехур кухина, което води до неочаквана и краткотрайна структура с формата на цвете [14]. По време на процеса на разтягане енергията най-вероятно е натрупана предимно като енергия на свободната повърхност. Едно систематично изследване на много серии снимки, направени с високоскоростна камера, показва средно нарастване на повърхността ΔA на околните мехури с 15 % за около 300 μs . Напреженията в деформираните горни повърхности на мехурите (венчелистче на цветче-подобната структура), възникващи по време на процеса на разтягане, могат да бъдат оценени по следния начин:

$$[\Delta E/V]_{\text{мех. пов.}} \approx 2\gamma\Delta A/Ae \approx 0,15.2\gamma\Delta A/e \approx 10^4 - 10^5 \text{ J/m}^3 = 10^5 - 10^6 \text{ dyn/cm}^2,$$

където ΔE е съответната допълнителна повърхностна енергия, дължаща се на процеса на разтягане, V е обемът течност в изпъкващата мехурна повърхност, γ е напрежението на течната повърхност ($\approx 50 \text{ mN/m}$), A е площта на изплувалата част от мехура и e е дебелината на тънкия слой течност, образуващ мехурната повърхност (от порядъка на $10^{-6} - 10^{-7} \text{ m}$) [15].



G Liger-Belair 2001

1 mm

Фиг. 6. Кос поглед към вторичните ефекти на колабиращо при свободната повърхност мехурче върху околните мехурчета.

За сравнение в едно предишно изследване чрез числово моделиране беше получен резултат за деформацията от порядъка на 10^4 дуп/см² в граничния слой около изолиран милиметров колабиращ мехур [16]. Това е съвсем нов и донякъде противоречащ на интуицията резултат. Докато се поглъща освободената при колапса енергия, както

става при защитните въздушни възглавници, съседните мехури натрупват тази енергия в тънкия слой течност на подаващите се над течността свои повърхности, което довежда до напрежения, които са по-високи от наблюдаваните в граничния слой на отделен милиметров пукащ се мехур. Ще бъдат проведени по-нататъшни изследвания, предимно числени, за да се разбере по-добре относителното влияние на всеки отделен параметър (размер на мехура, плътност и вискозност на течността, повърхностно активно вещество ...) върху деформирането на мехура.

Противно на онова, което човек би могъл да си представи на пръв поглед, газоотделянето от шампанското се оказва едно фантастично средство за изследване в първо приближение на физикохимията на издигащите се мехури и динамиката на колабирането им. Ние наистина се надяваме, че сега читателят ще гледа на искренето в това традиционно празнично вино не само като на едно хубаво, привличащо погледа, явление, а и като на много поучително такова от гледна точка изследването на динамиката на мехурите. Би било непростимо да не познаваме по-отблизо едно такова ежедневно явление, преди да започнем едно по-академично изследване при едни разбира се по-добре контролирани, но и по-малко привлекателни условия.

Благодарности

Дължим благодарност на института Eurofl'Agro и на Жан-Клод Колсон и на неговата асоциация "Recherche Oenologie Champagne Université" за финансовата поддръжка, на Champagne Moet & Chandon and Pommery за предоставените вина и на Verrierie Cristallerie d'Arques.

Тази статия е една доработена версия на публикацията [6].

Библиография

1. M. Vignes-Adler, *Bulletin de la Société Française de Physique (S.F.P.)*, v. 106, 27 (1996).
2. M. Blander, *Adv. Colloid Interface Sci.*, v. 10, 1 (1971).
3. P. M. Wilt, J., *Colloid and Interface Sci.*, v. 112, 530 (1986).
4. S. F. Jones, G. M. Evans and K. P. Galvin, *Adv. Colloid Interface Sci.*, v. 80, 27 (1999).
5. G. Liger-Belair et al., *Langmuir*, v. 16, 1889 (2000).
6. G. Liger-Belair, *Bulletin de la S.F.P.*, v. 127, 9 (2000/2001).
7. G. Liger-Belair, Une première approche de processus physico-chimiques liés   l'effervescence des vins de Champagne, *PhD Thesis*, University of Reims, France, 2001.
8. R. Clift, J. R. Grace and M. E. Weber, *Bubbles, Drops and Particles*, *Academic Press*, New York (1978).

9. C. Ybert and J.-M. di Meglio, *Eur. Phys. J., B.*, v. 4, 313 (1998).
10. N. Shafer and R. Zare, *Physics Today*, v. 44, 48 (1991).
11. G. Liger-Belair et al., *Am. J. Enol. Vitic.*, v. 52, 88 (2001).
12. A. M. Worthington, *A study of splashes, Longman & Green ed.*, London (1908).
13. A. H. Woodcock, C. F. Kientzler, A. B. Arons and D. C. Blanchard, *Nature*, v. 172, 1144 (1953).
14. G. Liger-Belair, M. Vignes-Adler, B. Robillard and P. Jeandet, *C. R. Acad. Sci. Paris série IV (Physique-Astrophysique)*, v. 2, 775 (2001).
15. J. Senée, B. Robillard and M. Vignes-Adler, *Food Hydrocolloids*, v. 13, 15 (1999).
16. J. M. Boulton-Stone and J. R. Blake, *J. Fluid Mech.*, v. 254, 437 (1993).

Превод: И. Русев

(Gerard Liger-Belair and Philippe Jeandet, "Effervescence in a glass of champagne:

A bubble story", *Europhysics news*, 33/1 (2002) pp. 10-14.)

* Енология – наука за приготвяне на вино. От еноли, органични съединения, съдържащи групата

{-CH=C(OH)-} - Бел. прев.

ИЗКАЗВАНЕ НА БРИТАНСКИЯТ ПРЕМИЕР-МИНИСТЪР ТОНИ БЛЕЪР ПО ВЪПРОСИ НА НАУКАТА ПРЕД КРАЛСКОТО ОБЩЕСТВО (23 май 2002 г.)



Когато през 1660 г. 12 души основават Кралското Общество, един образован човек е можел да владее цялото съществуващо научно знание. Фактически така е било през повече от половината живот на тази институция. Едва през 1847 г. Кралското Общество решава да ограничи членството само с активни изследователи.

Но през изтеклото столетие и особено през последните 50 години темповете на научното развитие са такива, че и най-добрите учени не могат да проследят връхните постижения извън своята собствена област на изследвания.

Науката се разраства все повече, тя става все по-глобална и нейното влияние върху живота на хората става все по-забележимо.

Огромните постижения на науката през последните години биха могли да накарат хората извън науката да сметнат, че основните научни проблеми вече са разрешени и че занапред остава да се запълнят само някои незначителни празнини. В

действителност ние сме пред прага на още по-значителни търсения и открития в науката.

Добре разбирам, че тук присъстват учени, които биха могли по-задълбочено да обяснят както проблемите, с които се сблъсква науката, така и удивителните изненади, които ни очакват. Но аз пожелах да обсъдя перспективите на този нов век на открития поради три важни причини:

- Първо, науката е от решаващо значение за непрестанно растящия просперитет на нашата страна.
- Второ, науката поставя трудни за решаване въпроси както от морален, така и от практичен характер, които при неправилен подход могат да доведат до предразсъдъци спрямо нея, а те според мен могат да имат разрушителни последици.
- Трето, благата на науката ще могат да се оползотворят само при обновени отношения между науката и обществото - отношения, основани върху правилното разбиране на онова, което науката се стреми да постигне.

Идеята за тази реч ме занимава от доста време, но тя узря окончателно по доста любопитен начин, когато бях в Бангалор през януари т.г. Там се срещнах с група учени, работещи в областта на биотехнологията. Те ми заявиха без заобикалки: европейската наука изостава, ние ще ви изпреварим и ще отидем далеч пред вас. Според тях ние нямаме политическата воля да поддържаме науката.

Мисля, че ако не постигнем едно по-добро разбиране за науката и нейната роля, те могат да се окажат прави.

Ще започна с нещо, което най-трудно се постига в политиката: усетът за балансираност. Според някои подкрепата за науката е в полза на студената и безсърдечна идеология, която се проповядва от учените.

Науката е преди всичко знание. А знанието може да се използва от лоши хора за лоши цели. Науката не заменя моралната оценка. Тя само довежда знанието до онзи контекст, в който се налага да правим морални преценки. Тя ни позволява да постигнем повече, но не ни казва дали това е добро или лошо.

Науката също така греша. Теориите се менят. Знанието се разширява и може да промени предишния начин на мислене.

Всичко това е вярно, но то по никакъв начин не трябва да спира науката да се опитва да ни разкрива фактите. Все пак винаги има хора, които смятат, че фактите могат да ни подвежат, могат да ни изкушат в грешна посока. В известен смисъл те са прави. Колкото повече науката напредва, толкова по-големи са възможностите да се злоупотребява с нея, защото техническите ни възможности са по-големи; да вземем за пример ядрените оръжия.

Но отговорът не е в прекъсване изследванията на ядрения синтез. Отговорът е, че заедно с научния напредък ние се нуждаем от по-развити морални сетива, от по-

точни преценки и от по-дълбок анализ на това как да използваме знанието за добро, а не за причиняване на зло.

Балансът се постига с това, че по-добрата морална преценка върви ръка за ръка с по-добрата наука.

Но нека преди всичко да си зададем въпроса: защо науката е важна за нашето икономическо и социално бъдеще?

Съвременното състояние на науката

Много са трудните, тежките и даже опасните проблеми в съвременния свят. Но според мен едно от най-вълнуващите събития в наше време са научните открития.

Бионауките с право привличат вниманието и възхищението на днешното общество. Но значителни постижения продължават да се правят също във физическите науки и в интердисциплинните области. В действителност взаимните връзки между физическите науки и науките за живота стават все по-силни.

Съвременните работи в областта на нанонауката - изработване на устройства атом по атом - поразяват със своята перспективност. Днес сме свидетели как от нея изниква нанотехнологията - върхът на миниатюризацията. Програмируеми и управляеми микромащабни роботи ще позволяват на лекарите да извършват лечебни и възстановителни процедури в човешкото тяло на клетъчно и молекулно ниво. Някои мечтатели в тази област говорят за машини с размерите на клетка, които биха могли например да разпознаят и унищожат всички ракови клетки в тялото. Наномашините биха могли да се справят с бактерии и паразити, да лекуват туберкулоза и малария, да унищожават резистентните на антибиотици бактерии.

Миналата седмица в Кеймбридж ми показаха някои от най-новите изследвания със светоизлъчващи полимери. Представете си гъвкава тънка пластмасова пластинка, покрита с гъвкави полупроводници. Този вид разрушима технология може да породи цели нови промишлености и продукти, които ние още не можем да си представим. И твърде показателно е, че подобен вид разработки изискват съвместната работа на физици, химици, специалисти по материалознание и инженери.

Междувременно климатичните изменения предлагат едно от най-големите предизвикателства. Науката не може сама да реши този проблем. Но аз съм окуражен от постигнатото у нас по използването на слънчевата енергия, както и по впрягането на енергията на морските вълни и приливните течения.

Заедно с това водородните технологии предлагат перспективата за транспорт без никакво замърсяване на околната среда, с чисти и безопасни за живеене градове.

Ние вече берем някои от плодовете на биомедицинските науки. По времето на Шекспир средната продължителност на живота в Англия е била едва 30 години. Даже към края на 19 в. за хората от бедните съсловия тя все още е била под 40. Днес средната продължителност на живота у нас е близо 80 години, което в огромна степен се дължи на напредъка в науките за живота.

Заедно с това вече си представяме как медикът взема няколко клетки от вътрешността на бузата ви, поставя ги в ДНК-анализиращия компютър и той ви представя пълната картина на вашата уникална генетична структура - всичките близо 30 000 гени, които правят от вас това, което сте. От тази картина лекарят ще може да разпознае повредените гени и да предскаже на кои заболявания ще сте податливи и какво да правите, за да ги избегнете.

С развитието на научното познание ние можем даже да стигнем до промени в съдбата на отделните клетки, което би означавало да се справим с болести като тази на Алцхаймер, диабета, Паркинсоновата и рака.

Всичко това, което тук споменах, вече е в процес на разработка в лабораториите у нас и в чужбина. Но най-вълнуващото е, че науката създава възможности, които преди не сме можели даже да подозираме. Та нали само преди десетина години изследователите в областта на физиката на елементарните частици започнаха да търсят начин за по-ефикасна обмяна на информация. И ето че от тази привидно проста цел Тим-Бърнърс Лий изобрети World Wide Web - световната информационна мрежа.

Това е най-добрият неотдавнашен пример за скритата мощ на науката. Ние използваме различни уреди и даже не се замисляме, че това са създания на науката. В случая с Web физиците създадоха велик демократизиращ фактор.

Особеното положение на Великобритания

И така: какво значение може да има всичко това за британското благоденствие и просперитет?

За наше щастие ние разполагаме с отдавнашна научна традиция, която вероятно най-добре се представя от самата тази институция. Нютон, един от първите президенти на Кралското общество, и Дарвин са признати като двама епохални учени на човешката цивилизация и вероятно - заедно с Шекспир - са дали най-великия британски принос в човешката цивилизация. Бих споменал също така Фарадей, Томсън, Дирак, Крик, Перуц и още много други.

По всички стандарти нашият научен атестат е забележителен. С 1 % от населението на света ние финансираме 4,5 % от световната наука, произвеждаме 8 % от научните статии и получаваме 9 % от цитиранията.

Силата и креативността на нашата наука е наш основен актив при навлизането ни в 21 век. Великобритания е създала 44 Нобелови лауреата през последните 50 години - повече от всяка друга страна с изключение на САЩ. Но тази статистика крие проблем, който ние трябва да признаем. Само 8 от лауреатите са от последните 20 години. Прекалено дълго се опирахме на традицията и старата слава, вместо да помогнем на нашите учени. Нужна ни е силна финансова и обществена поддръжка.

Не бих желал нашият следващ Нобелов лауреат да повтори разказа на Тим Хънт, който - в момента на своя Нобелов триумф миналата година - си спомни как той и колегите му събрали помежду си пари, за да купят телефон за своята лаборатория.

Когато това правителство дойде на власт, науката страдаше от продължителен и разрушителен период на недостатъчно финансиране и пренебрежение. Учените все по-често отиваха в чужбина, за да правят своите изследвания; нашите лаборатории бяха в ужасяващо състояние, а кризата в науката влечеше след себе си растящо недоверие в учените и в науката.

Правителството предприе решителни стъпки за подобреното финансиране на науката. През 1998 г. в разходната част на бюджета ние увеличихме перото за науката с 15 %, което е най-голямото увеличение в правителствените разходи. А през 2000 г. беше решено бюджетът за науката ежегодно да се увеличава в реални стойности със 7 %.

В резултат на това качеството на нашите лаборатории рязко се подобри и вече вместо “изтичане на мозъци” започва процес на “втичане на мозъци”. В доклада на Министерския съвет за 2001 г. се посочва, че във Великобритания има положителен прилив на 5000 учени и инженери. Но в тази насока има да се правят още много неща.

Промишленост на високите технологии

Сама по себе си поддръжката от страна на правителството и бизнеса не е достатъчна. Трябва да осигурим възможност научните постижения да намерят въплъщение в приложната сфера.

Ние вече сме на челно място в научно обусловените производства, включващи фармацевтиката, въздухоплаването, биотехнологията и оптоелектрониката. Но има още много производства, които могат да извлекат полза от световното равнище на нашата наука и техника.

Като установяваме силни връзки между университетите и бизнеса, ние помагаме за чувствителни положителни промени във висшето образование. Един неотдавнашен преглед показва, че за периода 1999-2000 гг. университетите са дали началото на 199 нови компании, което е значителен прираст в сравнение със средногодишния брой 70 през предишните 5 години. Отнесено към количеството на правените у нас изследвания, това е по-добро постижение даже в сравнение със САЩ. Рязко нарасна също така броят на регистрираните патенти. А процентът на финансираните от промишлеността изследвания беше по-висок от този в САЩ.

Наука и правителство

Така че Великобритания може да има огромна полза от научния напредък.

Но тъкмо този напредък плаши някои хора. Съществуват реални опасения относно биоразнообразието и генния трансфер. Клонирането на хора повдига справедливи въпроси от морален характер. Постиженията в оръжейната технология правят света по-несигурен. За пръв път човечеството има възможност или да постигне висок просперитет, или да се самоунищожи.

Хората с право се безпокоят от новото и неизвестното. Те са разтревожени, че техниката ще дехуманизира обществото. Тревожи ги съмнението, че правителството

може би не е способно да регулира правилно науката. В някои случаи тези тревоги прерастват в страх, който се усилва от информацията в някои медии.

Отговорът на правителството трябва да бъде засилената откритост, прозрачност и честност. От решаващо значение също така е правителството да получава възможно най-добрата информация относно науката и технологията от своите специализирани отдели. Търсим начини да подобрим контактите на науката с правителството.

Наука и общество

Но става дума не само за правителството и науката. Въпросът е жизнено важен за цялото общество. Нужни са по-добри, по-мощни и по-ясни пътища за комуникации между науката и обществото. Опасностите произтичат от взаимното невежество относно гледните точки; решението е в тяхното разбиране.

Фундаменталното разграничение е между процеса, при който науката ни съобщава фактите, а ние правим съответната преценка и процеса, при който предубедените мнения по същество ограничават научното търсене. Ние имаме правото да преценяваме, но имаме също така правото да знаем. Предубедените преценки заклеиха Дарвин като еретик; науката доказа величието на неговите възгледи. Така че нека първо да узнаем фактите, а после да съставяме мнението си как да реагираме на тях или да ги използваме.

За тази цел е нужен открит и непредубеден диалог с хората. Трябва да се помъчим да създадем в нашето общество по-зряло отношение към науката. Аз по никакъв начин не приемам схващанията за двете култури. Съществува дълбоко вкоренена нужда на човека да разбира и науката е разкрила толкова много неща за нашия необикновен свят. Науката е централна, а не откъсната част от общата култура - заедно с изкуството, историята, социалните и хуманитарните науки.

Заклучение

Всичките тези неща, взети заедно, представляват ясно предизвикателство пред страната за следващите 10 години.

Ние трябва да накараме нашите способни млади хора да усетят нашето вълнение пред възможностите на науката и пред бъдещата им роля в нея. Особено важно е да спрем упадъка в математиката, физиката и инженерството и да направим научната кариера привлекателна за младите хора.

Едва неотдавна ние успяхме да преодолеем осемгодишния спад в подготовката на учители по природните науки, но задачата за набиране и задържане на такива учители остава и занапред основен приоритет.

Ние концентрирахме усилията си върху създаването на мрежа от близо 1000 специализирани училища, като почти половината от тях ще бъдат по природни науки, а около 25 ще бъдат колежи, специализирани по природните науки. Предложихме създаването на нов Национален Център за Квалификация по Природните Науки. Осигурихме 60 млн. лири за преоборудване на училищните лаборатории и за модернизирание на учебната инфраструктура.

Ние се нуждаем от по-задълбочена подготовка по природните науки в училищата и за постигането на тази цел търсим нови форми на сътрудничество с коледжите и университетите. Трябва все повече университети да помагат на средните училища с апаратура и преподавателски опит.

Моето желание е Обединеното кралство да се превърне в едно от най-добрите места за правене на наука. За тази цел е необходимо да се осигури подходящото финансиране както на хората, така и на материалната база и инфраструктурата.

Трябва да продължим подобренията в работата на правителствените органи в сектора на науката. Всички министерства трябва да разполагат с оперативни системи за научна информация и научна консултация. Част от този подход е широкият и открит обществен дебат по ключови научни проблеми.

Нужно е още повече да засилим научния трансфер. Целта ни е благоденствие за всички чрез успешен бизнес с помощта на силно развита наука.

Трябва да направим всичко възможно щото правителството, учените и обществеността да обединят усилията си в обезпечаването на централната роля на науката в нашия живот.

Превод (със съкращения): М. Бушев

(По материал от Интернет, набавен с любезното съдействие на колегите от ИФТТ ст.н.с. Е. Влахов и ст.н.с. Д. Димитров)

115 ГОДИНИ БЪЛГАРСКИ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ НАБЛЮДЕНИЯ

Васил М. Андреев

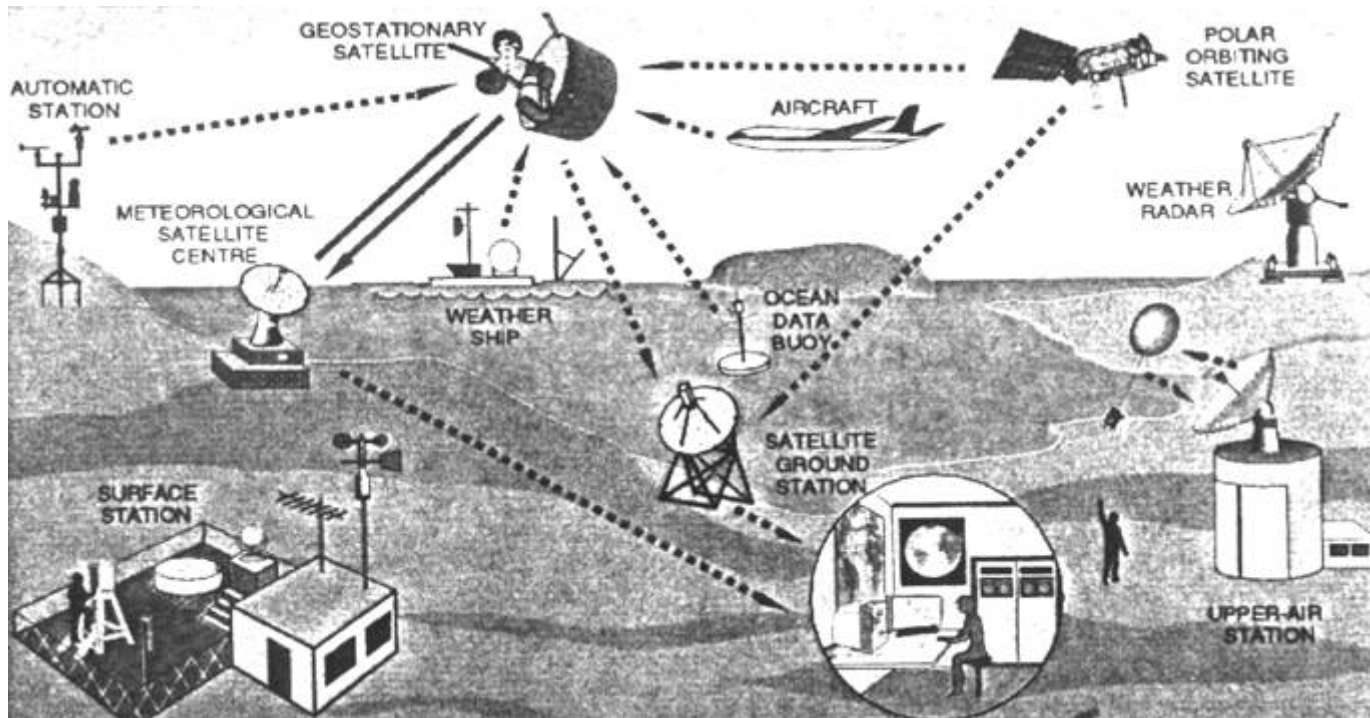
Национален Институт по Метеорология и Хидрология при БАН

Хората, от появяването си до сега, живеят на “дъното” на “въздушния океан”, който наричаме атмосфера. Затова и интересът към това, което става в атмосферата, е напълно естествен. Той се дължи преди всичко на силната зависимост на човека и дейността му, дори и съществуването му от свойствата на атмосферата, от процесите и явленията в нея. Някои от явленията са толкова впечатляващи със своите екстремни прояви, че въздействат и емоционално на хората. Тази материална и духовна зависимост, съчетана с незнанието на причините, предизвиквала и предизвиква от една страна страх и преклонение, а от друга - възбуждала естествената любознателност на хората. Така се зародила една от природните науки, наречена “метеорология”. Както другите и тя през продължителен период в началото била само описателна наука. Има записи за наблюдения на атмосферни явления, провеждани в такива древни цивилизации като Китай, Египет, Месопотамия. Още в дълбока древност, през 4-ти век до н.е., в книга със заглавие “Метеорология”, Аристотел събрал множество сведения за явления и процеси в атмосферата, правейки умозрителен опит за тяхното обяснение, а дори и за откриване на закономерности. Метеорологичните наблюдения станали особено необходими в епохата на великите географски открития (15-ти - 16-ти век) за развитието на корабоплаването с оглед откриване и заселване на нови земи. Липсата на уреди обаче не позволявала да се достига необходимата точност. Решителен тласък за

преодоляване на чисто описателния характер на наблюденията предизвикало създаването през средновековието на термометъра от Галилей (1597 г.; в началото без скала) и на барометъра от Торичели (1643 г.). По-късно се появяват и други уреди за измерване характеристиките на вятъра, на влажността на въздуха и др. Така се открила възможност и за количествено описване на атмосферните явления. Първите записи от измервания на метеорологични елементи като температура на въздуха, атмосферно налягане и валежи датират от 1653 г. Тогава Ferdinand II of Tuscany организира първата мрежа от 11 станции за наблюдение, разположени в няколко страни на Европа. През 1780 г. Societas Meteorologica Palatina в Манхайм основава мрежа от 40 станции за наблюдения в Германия и други европейски страни, включително и няколко в САЩ. Национални мрежи от метеорологични станции за наблюдение в началото на 19-ти век има вече в няколко страни, а масово възникват около средата на века. Организирането на едновременни наблюдения в няколко съседни страни направило възможно съставянето на синоптични карти, необходими за прогноза на времето. Първата такава карта създал Брандес в Германия през 1820 г.

Обект на наблюдение в съвременния свят е атмосферата над цялата планета. Глобалната система за наблюдение се ръководи от Световната Метеорологична Организация (СМО), която е междуправителствена организация на ООН. Тази система, схематично представена на Фиг. 1, включва около 10 000 приземни станции, 1000 аерологични станции за измервания във височина на сушата и на кораби, 100 закотвени и 600 свободно плаващи буйкови станции, 10 метеорологични спътници с полярна орбита и геостационарни (Фиг. 2). Глобалната система събира данни и от над 7300 кораби, наблюдаващи на доброволна база, както и от около 3000 граждански самолети, провеждащи над 70 000 допълнителни наблюдения дневно.

Използват се данните и от стотици метеорологични радари на националните метеорологични служби, някъде обединени в регионални радарни мрежи (напр. Западна Европа).



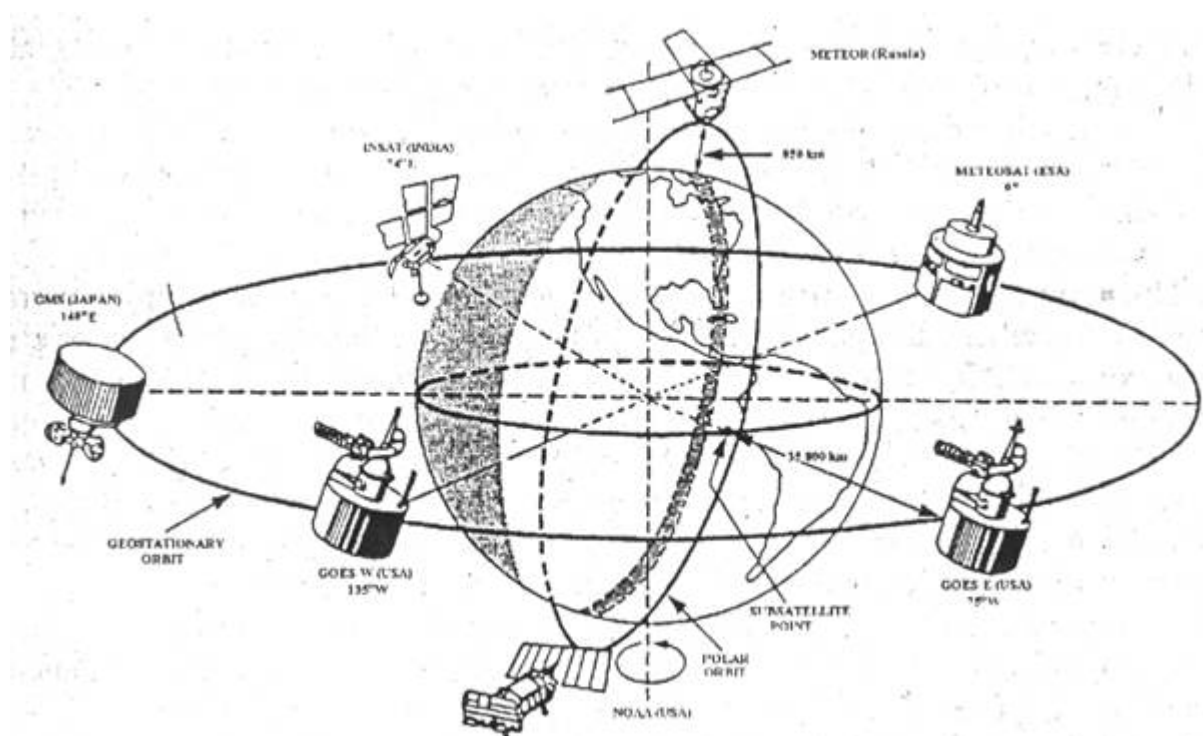
Фиг. 1. Схематично представяне на основните средства за наблюдение на Глобалната система за наблюдение на Световната метеорологична организация (СМО).

Метеорологията като наука се оформя едва през 17-ти век, когато се изграждат и основите на класическата физика. Това откривало възможност за изучаване на атмосферните процеси и явления посредством физическите методи и фундаменталните природни закони, лежащи в основата на физиката. Атмосферните изследвания същевременно стимулирали и развитието на някои клонове на физиката, поставяйки нови задачи пред тях. Така метеорологията постепенно се

превръщала във физическа наука, ползваща също така постиженията на математиката и на други природни науки. Доказателства за това се намират и в българската литература по история на физиката. Така например, елементарни знания по метеорология са включени в “Буквара” на Петър Берон, а в първия български учебник по физика на Найден Геров се разглеждат някои въпроси, свързани с атмосферното налягане. Видни наши възрожденци в свои известни трудове от средата и втората половина на 19-ти век също запознават читателите с “метеорологичните явления и уреди” за измерване (д-р Димитър Мутъев) и с влиянието им върху земеделието и други дейности (Иван Богоров) [2]. Д-р П. Берон издава през 1846 г. на френски език два труда, озаглавени “Атмосферна система” и “Голям метеорологичен атлас”. Особено показателен е фактът, че първата българска дисертация по физика е била в областта на метеорологията. Става дума за дисертацията на Д. Мутъев на тема “За психрометрията”, защитена през 1842 г. в Берлинския университет “Фр. Вилхелм”. В нея са разгледани свойствата на ненаситени и наситени водни пари, законите за изпарението, както и психрометричния метод за измерване влажността на въздуха [1].

Метеорологията в България също започва да се създава с организиране на метеорологични наблюдения. Първите нерегулярни наблюдения се провеждат през 1860 г. в двора на австро-унгарското консулство в Русе. От 1 януари 1866 г. те са много по-чести като през 1866 и 1870 г. са редовни през цялата година. Инициативата за такива наблюдения принадлежи на консула фон Мартрид, който сам извършил голяма част от тях. Наблюденията продължават до 1873 г., когато станцията се закрива. Втора метеорологична станция се открива през 1880 г. в австро-унгарското консулство в София по инициатива на посланика Кевенхюлер, а наблюденията се провеждали от неуморимия консул Лутероти - тиролец, живеещ от

дълго време в България. Наблюденията са били редовни от септември 1880 до април 1882 г. Данните редовно се съобщавали във Виенския метеорологичен институт, а по-интересните материали като тези за метеорологичните явления се отпечатвали. По данните от няколко месеца известният австрийски метеоролог Юлиус фон Хан в своя книга написва една страница за климата на България. Този интерес се дължи на Втората международна метеорологична конференция през 1879 г., където се обсъжда въпросът за проучване на климата на Балканите. Австро-Унгария е най-близката развита европейска страна, чиито икономически и политически интереси са били тясно свързани с този район и конкретно с България посредством р. Дунав. Ето защо тя така активно подпомага нашата страна и самата участва в това начинание.



Фиг. 2. Схема на част от метеорологичните спътници на СМО с полярна орбита и геостационарни.

Тогавашният министър на просвещението Константин Иречек има съществен принос в тази област. Той организира закупуването от чужбина през 1881 г. на метеорологични уреди за 5 държавни училища в София, Варна, Габрово, Кюстендил и Лом. Такива станции обаче не заработват поради липса на подготвени хора и известно неразбиране от самото правителство. Все пак от септември 1881 до февруари 1882 г. от българска страна се прави по едно наблюдение на ден в София. Наблюденията са непълни като се отнасяли предимно до температурата и атмосферното налягане. Съществена слабост е, че не се извършвали на едно и също място; през 1881 г. били в “къщата на Велексина”, а през 1882 г. - от втория етаж на Финансовото министерство. Не е известно кой е провеждал тези наблюдения и не се посочва с какви уреди. Въпреки това резултатите са публикувани в Периодичното списание, кн. I, 1882 г. Проф. Г. Златарски в доста обширна статия запознава читателите със значението на метеорологията и с постиженията на другите европейски страни при проучванията на регионалния климат. В края на статията са приложени таблици по данните от наблюденията.

Истинско българско начало на метеорологичните наблюдения в България поставя тогавашният преподавател по астрономия в Софийската мъжка гимназия, бъдещ професор по астрономия в Университета и основател на Астрономическата обсерватория Марин Бъчеваров. Първите наблюдения се провеждат на 1 февруари 1887 г. т.е. преди 115 години. Резултатите от тях се отпечатват в Държавен вестник. От 1 март 1887 г. започват редовни наблюдения в двора на Софийската класическа гимназия, разположена в северозападната част на площад “В. Левски”. Тук, по-късно, до 1962 г. се помещава Физико-математическият факултет на Софийския университет. Наблюденията за периода 1887–1889 г. и някои обобщения по тях са

описани от М. Бъчеваров в две статии в кн. I, 1889 г. на Сборник за народни умотворения, наука и книжнина. Тези две статии са посочени за пръв път от акад. Н. Бонев в Астрономическия календар за 1960 г. Първата статия е озаглавена “Метеорологични наблюдения за София от 1 март 1887 г. до 1 март 1889 г.”. Посочва се, че наблюденията са извършени “при Софийската класическа гимназия ежедневно в 7 часа заран, 2 часа след пладне и 9 часа вечер”. Изброяват се използваните уреди и къде са поставени. Съобщава се, че наблюденията са правени лично от автора, а през 1888 г. му е помагал Васил Йосифов, ученик от 7-ми клас на гимназията. В статията са поместени 8 таблици за “температурата на София” (дадени са и средната годишна и средните сезонни стойности), “средните дневни температури”, “най-голямата и най-малката средна дневна температура по месеци”, “най-голямата и най-малката температура по месеци”, “атмосферното налягане” през периода, “средното, най-голямото и най-малкото атмосферно налягане”, “влажността на въздуха” през периода.

Втората статия със заглавие “Няколко бележки за климата на София” е написана по данните от първата българска станция. Статията впечатлява с правилната последователност на изложението. Тя започва с “географско описание” на Софийско поле и разположението на града в него. Това описание е доста интересно за съвременния читател! Авторът свързва местоположението на града с климата му. Той посочва, че климатът на София е интересен за изследване, защото има редица индивидуални особености. Дадени са най-важните от тях по материалите, публикувани в първата статия. Изложението завършва с коментар за късия период на наблюдение. Изтъква се, че статията е “малък опит за описвания и запознание малко от малко климата на София. Когато се съберат наблюдения за 10-20 години, тогава ще бъде възможно основателно да се изучи характера на софийския климат”.

Очевидно е, че първите изследвания по метеорология у нас застъпват становища, които са част от съвременните схващания за регионалния климат.



В същия том на сборника има редица публикации на бележития учен-геофизик, преподавател и обществен деец, действителен член на Българското книжовно дружество (сега БАН) Спас Вацов (1856 - 1928). Това са статия “Упътване за наблюдение на гръмотевицата” и 14 кратки научни съобщения за “новия барометър Amphisbaena”, “Опит върху електропроводността на разредения въздух”, “Къде е съгледана най-ниската и къде най-високата температура”. В края на 1888 г. и началото на 1889 г. Сп. Вацов отпечатва като притурка към

“Периодично списание” в няколко книжки едно общо “Упътване за метеорологични наблюдения”. Общият брой на страниците е 134. Това е била важна крачка по организацията на национална мрежа от станции за метеорологични наблюдения. На 20.02.1890 г. Спас Вацов е назначен с “предписание” от Министерството на народното просвещение за завеждащ Софийската метеорологична станция (тя става Централна метеорологична станция-ЦМС) със задължение за уреждане и управление

на всички други станции, които съществуват или ще се открият. ЦМС скоро разширява дейността си със сеизмологични наблюдения, с което се полагат основите на Сеизмологичната служба у нас, която се отделя като самостоятелна едва през 1950 г.. Поради посочените функции на ЦМС, някои смятат 1890 г. за година на основаването на българската хидрометеорологична служба. Този въпрос подлежи на уточнение, но по-правилно е за такава дата да се смята 1 януари 1894 г., когато с княжески указ се създава Дирекция на Метеорологията към Министерство на народното просвещение с директор Спас Вацов. По-подробни биографични данни за този бележит българин могат да се намерят в Бюлетин на Дружеството на физиците в НРБ, № 2 от 1981 г. Към тази дирекция преминава и хронометричната служба “Точно време”.

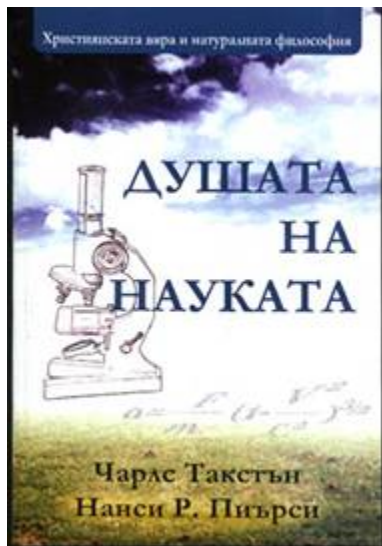
Създадените методични и организационни предпоставки вече позволявали да се отговори на нуждите на страната и преди всичко на селското стопанство от метеорологична информация. Този процес естествено започва с организирането на мрежи от станции за наблюдения. Последователно се откриват станции в Образцов чифлик (1.01.1891 г), Пловдив (1.07.1891 г), Садово (1.09.1891 г), Габрово, Варна и др. През 1892 г. в страната вече има добре уредени 14 второкласни метеорологични станции, а през 1894 г. - 15 второкласни, 8 третокласни и 60 дъждомерни станции. Към днешния ден Българската хидрометеорологична служба, наричана от 1989 г. Национален институт по метеорология и хидрология, ръководи и поддържа държавната хидрометеорологична мрежа на страната, обединяваща около 1500 синоптични, климатични, агрометеорологични, хидроложки (за повърхностни и подземни води) и други видове станции за наблюдение. Те обхващат територията на цялата страна и от морското равнище до връх Мусала, както и всички основни реки и водоеми.

Признание за основателите у нас на тази дейност с важно национално и международно значение представлява поканата за участие в Конференцията на директорите на метеорологичните служби, състояла се в Мюнхен през 1891 г. От балканските страни участват само България и Румъния.

Литература.

1. Борисов М., А. Ваврек, Г. Камишева. 1985. *Предшественици на разпространението и развитието на физическите науки в България*. Народна просвета, София. 239 стр.
2. Борисов М., А. Ваврек, Г. Камишева. 1988. *Основоположници на обучението по физика в България*. Народна просвета, София. 392 стр.
3. Дирекция на метеорологията; 40-годишна дейност: 1894-1934. София, 1934.
4. Кръстанов Л., С. Панчев, В. Андреев. 1978. *Обща метеорология*. Наука и изкуство, София. 559 стр.
5. Савов Б., В. Андреев. 1982. Към въпроса за началото на метеорологичните изследвания в България. *Хидрология и метеорология*, № 5. 69-71.
6. Obasi G. O. P.2001. *Climate Change-The Role of WMO and National Meteorological and Hydrological Services*. Lecture at the RA VI Seminar...for the Balkan Countries. Oct.11, 2001. Sofia, Bulgaria.

ДУШАТА НА НАУКАТА



Дванадесет години след краха на тоталитарната система в България, една от нейните идеологеми продължава да присъства в гимназиалните и университетските курсове по природните дисциплини. Оформила светогледа на две поколения учени, тя се възприема неусетно и безкритично от мнозинството студенти, бъдещи млади специалисти, и може да се обобщи така: "Религията, и в частност, християнството, е заклет враг на науката и в продължение на векове е спъвала нейното развитие." К книгата на Чарлс Такстън и Нанси Пиърси

"Душата на науката" (*Християнската вяра и натуралната философия*, изд. "Нов човек", София, 2001) показва пълната историческа несъстоятелност на тази идеология и отправя към читателя предизвикателството да преоцени своите представи за оформянето на модерната наука и за ролята, която християнската вяра е играла в този процес.

Биохимикът Такстън (специализирал впоследствие история на науката в Харвард) и богословът Пиърси проследяват развитието на водещите философски идеи в естествознанието от зората на модерната епоха през 16-ти век до средата на отминалия 20-ти век. По тяхно мнение не е никак случайно, че Първата научна революция, довела до обособяването на физиката, химията и биологията като самостоятелни науки, започва в Западна Европа след Реформацията. Това е период на голям духовен подем, когато водещите умове на християнската цивилизация преоткриват някои основни библейски принципи и ги полагат като фундамент на натуралната философия: 1) реалността на природния свят и неговата ценност, 2) рационалността и небожествената същност на материалното творение, предполагащи систематично наблюдение и експеримент за неговото изучаване, 3) наличието на строги природни закони, които могат да се формулират на математически език, 4) вродените способности на човешкия ум за изследване и опознаване на света. Изгражда се последователен християнски

възглед за природата, който отхвърля предубежденията на древногръцките автори (смятани за върховни авторитети през Средновековието) и способства за последвалото бурно процъфтяване на науките. Ранните учени като Кеплер, Ван Хелмонт, Нютон, Бойл и Линея работят, водени не само от интереса си към чудното творение, което ни заобикаля, но и от вяра в неговия Творец. Затова и техните научни дневници на моменти заприличват на богослужебни книги, изпълнени със славословия за Бога и с възхищение от Неговия замисъл.

Но Божият замисъл в природата се оказва сложен - търси се подходяща единствена парадигма, която да го онагледява. В рамките на християнския светоглед се оформят три отделни течения на научната мисъл, които използват парадигмите на живия организъм или на машината и поставят наблега върху различни аспекти на природния свят: иманентното му предназначение (аристотелизъм), виталната му мощ (неоплатонизъм), съвършеното му устройство и хармонично действие (механистичен възглед). Взаимодействието и/или дебатът между апологетите на тези течения имат огромно значение за развитието на модерната наука, твърдят Такстън и Пиърси. Техните спорове - за разлика от обсъжданията на днешните научни конференции, - са били по-скоро спорове от религиозно естество; напрегната полемика между християни, опитващи се да вникнат по-добре в устройството на Божието творение. По-крайните тълкувания постепенно се отдалечават от своя християнски първоизточник и впоследствие се използват от атеистичните идеологии: такава е съдбата на трудовете на Ламетри и на Дарвин.

Не е подмината и сложната еволюция на гледищата за същността на математиката: от божествен език, описващ структурата на природата, до формален език, валиден единствено поради логическата си самосъгласуваност. Появата на неевклидовите геометрии през 19-ти век и парадоксите в теорията на множествата свалят математиката от високия пиедестал, където е била издигната от тържествуващия рационализъм. Съперничещите си школи на Ръсел, Поанкаре, Хилберт и Кантор напразно се стремят да обосноват отношението на тази наука към реалния физически свят: въпрос, който може да намери задоволителен отговор единствено в рамките на християнския светоглед.

Последната част от книгата е посветена на Втората научна революция, започнала от разработването на Теорията на относителността и продължила с развитието на квантовата физика и генетиката. Прокаран е интересен паралел с протичащата революция в популярния светоглед: отпадането на вярата в абсолютни стойности и закони. Противно на очакванията на водещите учени, техните достижения започват да се използват в подкрепа на различни философски и квазирелигиозни възгледи. А това поставя отново на дневен ред въпроса: “Можем ли да прекараме дебела разделителна линия между природните науки, от една страна, и богословието и философията, от друга?” И още един важен въпрос: “Има ли бъдеще наука, която е напълно лишена от своята метафизична основа?”

“Душата на науката” е сериозно четиво, макар и насочено към по-широк кръг читатели. Езикът е характерен за научно-популярната литература, но предполага по-сериозен интерес към съответните научни области. Някои философски понятия са обяснени с бележки под линия. Цитирана е огромно количество, предимно английска, литература, която предлага материал за размисъл и за самостоятелно изследване и на най-придирчивия читател.

Тодор Велчев, ФФ на СУ "Св. Климент Охридски"

Из главата “Идолът се сгромолясва“

от книгата “Душата на науката”

...

Ранните учени, посветили се на математиката, работят в рамките на християнския светоглед. Те вярват, че един разумен Бог е сътворил рационално познаваем свят и в частност, че тази рационалност на творението прави възможно неговото математическо описание. Математиката се разглежда като конструкция, върху която Бог е сътворил света.

Но чрез възприемане на една питагорейско-платонична философия на математиката в тази наука навлизат елементи, несъвместими с библейския светоглед. Още в трудовете на Коперник, Кеплер и Галилей на математическите отношения вече се гледа като на най-твърдото, най-реалното измерение на света. Природните закони, проявяващи се като строга математическа необходимост, започват да се схващат като полунезависима причина, която дори и Бог не може да промени. В крайна сметка целият свят се възприема като огромна машина, сведена до движеща се материя и задвижвана от сили, които могат да се изразят чрез математически термини. Ролята на бога за хода на световната машина е принижавана все повече, докато накрая самата идея за бога започва да изглежда твърде несъстоятелна и ненужна.

Подобно развитие претърпява и епистемологията. По време на научната революция достоверността на човешкото познание почива върху вярата, че Бог е създал човека по Свой образ, така че той да отразява Неговия разум. Ала успехът на математическия подход в науката е толкова опияняващ, че мислителите на Запад вече не виждат необходимост от някаква външна гаранция на познанието. За тях самата математика и аксиоматичният метод, изведен от нея, са независимо и достатъчно средство за придобиване на неоспоримо, безпогрешно познание. Човешкият разум е въздигнат като автономна сила, която може да постигне върховната истина. Като венец на човешкия разум математиката е по същество боготворена като идол.

По думите на историка Питър Боулър, “колкото и да са били загрижени Декарт и Нютон за връзката между наука и религия, за по-късните поколения техните постижения просто олицетворяват силата на разума да опровергава старите предубеждения” и да издига със собствени сили новата сграда на знанието. “Онова, което е започнало като търсене на нови прозрения как Бог е сътворил света”, продължава Боулър, “завършва с гордото заявление, че способността на човека да разбира природните явления прави излишна мисълта за Бога”.

Сега автономният човешки разум насочва вниманието си към всички области на науката, решен да отхвърли всичко, което според него “не е рационално”. Накрая самото християнство е изправено пред съда на разума – и е осъдено. Законът на

природата, разбира се като математическа необходимост, изключва божествените чудеса като невъзможни (дори Бог не може да промени един природен закон) и отрича както свободата, така и нравствената отговорност на хората (превърнати в прости винтчета в един механичен свят). На свой ред Библията, която отстоява такива разбирания, е отхвърлена като безнадеждно ненаучна и ирационална книга. Подложена на такъв неимоверен натиск, вярата в Бога запада. Подобно на древните израилтяни западната философия затлъстява и забогатява, забравила, че тъкмо Бог е изворът на нейното богатство.

После обаче се случва нещо неочаквано. Лишено от своята обосновка в божественото Сътворение, човешкото познание загубва почва под краката си. Щом Вселената е рожба на слепи механични сили, как да бъдем сигурни, че тя изобщо има рационално познаваемо устройство? Щом няма Творец, как можем да твърдим, че има творчески замисъл? Щом хората не са създадени по образ на Бога, как можем да сме уверени, че този замисъл, който *мислим*, че разчитаме, наистина съществува? Какво ни гарантира, че нашите умствени представи имат някакво отношение към външния свят?

Както видяхме, тези въпроси са поставени с особена острота от Хюм. Кант се опитва да им даде отговор, определяйки наблюдаемия ред и замисъл като творение не на Бога, а на човешкия разум – като плод на неговото характерно устройство. После се появява неевклидовата геометрия, която показва, че човешкият разум е в състояние да схване много *различни* замисли: всички еднакво разумни и еднакво състоятелни.

От този момент насетне математиците се отказват от идеята за достигане на истината и се задоволяват с доказване на самосъгласуваността. Както отбелязва Пеги Марчи, математиците “се опитаха да заменят истината в математиката с някакъв друг вид твърда определеност или гаранция за надеждност”. Но да докажеш самосъгласуваността само се оказва трудна задача и накрая математиците се разделят на четири съперничаещи се школи: логицизъм, интуитивизъм, формализъм и теория на множествата. В крайна сметка и четирите направления се препъват о камъка на парадокса на Гьодел, според който не може да се докаже изцяло съгласуваността на никоя аксиоматизирана система. Лакатош приканва математиците да се откажат да търсят гаранция за състоятелност. Той настоява, че математиката е просто съвкупност от работни емпирични хипотези и не се нуждае от абсолютно обосноваване.

Но и до сега остава неразрешена следната загадка: математиката изказва твърдения, които отиват отвъд емпиричния свят, а същевременно остава необикновено точна при прилагането ѝ в този свят. С помощта на математическите формулировки ние сме в състояние да си обясним достатъчно добре света, да пратим човек на Луната, да създадем микрочип или да отстраним тумор от мозъка. Но няма никакво обяснение *защо* е налице такова забележително съответствие между идеите в човешкия ум и реда във физическия свят.

Физикът Юджин Уигнър обсъжда този проблем в една своя често цитирана статия, озаглавена “Необяснимата ефективност на математиката в естествените науки”. Но и той не предлага никакво обяснение на тази “необяснима ефективност”; той просто, образно казано, свива рамене и казва, че *няма* обяснение. “Изключително широката приложимост на математиката е нещо, което граничи с мистериозното”, пише Уигнър. “За нея няма разумно обяснение”. Той нарича ефективността на математиката “нещо, което трябва да се приеме на вяра” от учения; а по-надолу - и “чудо”. Така и Морис

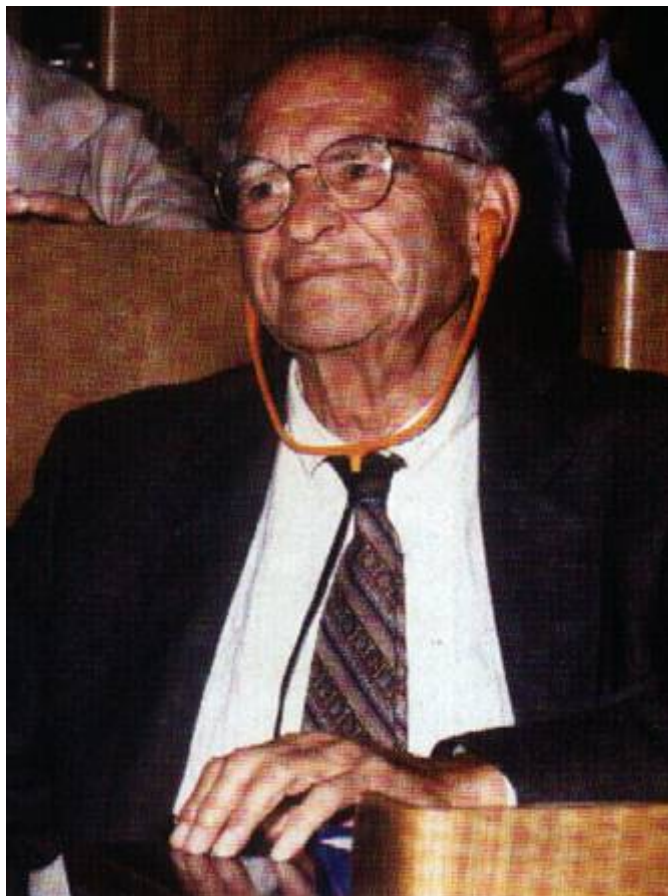
Клайн постоянно повтаря, че математиката притежава “някаква магическа сила ... някаква вътрешна загадъчна мощ”, които са “просто необясними”. Като заимства един израз на философа Джордж Сантаяна, Клайн казва, че математиците са принудени да работят “на животинска вяра”.

Това е дилемата на съвременната философия на математиката. Удивителното съответствие между математическите идеи и физическия свят “плаче” за обяснение, но обяснение просто *няма* – освен ако не изхождаме от предположението за божественото сътворение, дело на един разумен Бог. Без това предположение математиците трябва да работят на сляпа вяра, на вяра, която няма никакви основания.

МОЯТ ЖИВОТ КАТО ФИЗИК

ВИКТОР ВАЙСКОПФ

(1908 – 2002)



Роден съм във Виена през 1908 г. Детството и младостта ми преминаха в австро-унгарската монархия, по време на Първата световна война бях все още дете и бях свидетел на крушението на монархията. Средното си образование получих в период на големи промени. Дълга много на културните традиции на Виена - от Моцарт и Бетховен до Фройд и Болцман. Постъпих във Виенския университет и започнах да изучавам физика в края на 1926 г., закъснявайки с няколко години да взема активно участие в създаването на квантовата механика. Много от моите добри приятели, като Ханс Бете, Феликс Блох, Рудолф Пайерлс и Валтер Хайтлер бяха няколко години по-възрастни от мен. По онова време три години играеха голяма роля. Когато постъпих в университета квантовата механика вече беше създадена и, разбира се, бяха ми необходими и няколко години за изучаване на физиката. Това значи, че до 1930 г. аз не можех да започна активна работа във физиката, а всички фундаментални резултата бяха получени между 1925 и 1930 г. Когато сте млад, три или четири години значат много! Те значат малко в зрялата възраст и започват отново да значат много, когато човек започва да старее. Сега аз вече не се старая да бъде три години по-млад!

До постъпването си в университета вече знаех за съществуването на съвременната физика: като ученик в гимназията четях популярни книги по физика - по това време бяха написани много такива книги за атома на Бор и квантовата теория. По време на моето юношество излизаше чудесното периодично издание, наречено "Космос". На атома на Бор бяха посветени няколко статии. Помня статията на самия Нилс Бор, в която той в популярна форма даваше обяснение на периодичната таблица с помощта на принципа за запълване на електронните орбити в атома. Тази статия ми направи извънредно силно впечатление. За мен беше фантастично откритие как просто може да се обяснят всички закономерности. Но всичко това беше все още на популярно ниво, а моето действително съприкосновение с квантовата механика стана по-късно, когато фактически пристъпих към учебния материал. Разбира се, по това време на първокурсниците не се преподаваше квантова механика и се сблъсках с нея някъде към 1928 г., когато постъпих в Гьотингенския университет. Предишните две години бях прекарал във Виена, където изучавах физика при Ханс Тиринг - добър физик и превъзходен педагог. Той прочете ред лекции по класическа теоретична физика (което, по мое мнение беше най-доброто, което можеше да се получи в смисъл на физическо образование), по механика, оптика, електродинамика, термодинамика. Беше грандиозно! След две години попитах моя професор Тиринг: "А какво да изучавам сега?", на което той ми отвърна: "Бих Ви посъветвал само едно: ако искате да изучавате по-задълбочено физика - напуснете Виена".

Послушах съвета му и заминах за Гьотинген. По това време в Германия имаше две известни школи по физика: Гьотинген, където работеха М. Борн, Дж. Франк, П. Йордан, В. Хайтлер и много други, и Мюнхен, където бяха съсредоточени немските университети и където се подвизаваше А. Зомерфелд начело на знаменитата си школа. Там, в Мюнхен, аз бих могъл да получа значително по-добра подготовка по математична физика, чийто недостатък аз чувствах след това цял живот.

Така или инак аз избрах Гьотинген и се запознах с великите физици, създали квантовата механика. Обаче познанството с великите физици не беше толкова важно, колкото срещата с големия брой млади хора с моето или малко по-високо ниво на подготовка; всички те се стремяха към знания и участваха активно в дискусии и обсъждания. Но имаше един физик от по-старото поколение, който ми направи по-силно впечатление в сравнение с другите, които формираха моето отношение към физиката: това беше Паул Еренфест. Струва ми се, че той беше в Гьотинген само един семестър през 1929 г., заместващ заболелия М. Борн. П. Еренфест прояви към мен лично внимание (и двамата бяхме родени във Виена), той пръв ми внуши да не се доверявам излишно на сложния математичен апарат и формализъм, които по това време бяха много популярни в Гьотинген. Той обичаше и подбуждаше другите да задават "глупави" въпроси; той не приемаше за разбираемо нещо само защото беше разбираем математическият извод. Той ми показа как се прави истинска физика, как се различава физиката от формализма, как се прониква до същността на нещата. "Физиката е проста, но неуловима" - обичаше да повтаря той. Колкото повече остарявам, толкова по-добре осъзнавам неговото влияние върху мен.

Нека се върнем към младите хора в Гьотинген. Сред тях бяха младите преподаватели В. Хайтлер, Х. Херцберг, Нордхайм, Е. Уигнър, аспирантите от моето поколение М. Делбрук, Е. Телер, Мария Майер. Ние изучавахме заедно квантовата механика и участвахме в съвместни дискусии. Това беше забележителен опит, оставил незабравими чувства. Никога няма да забравя Х. Херцберг - той остава в паметта ми като един от забележителните ми учители, който по онова време пръв четеше курса, увековечен в известната му книга "Въведение в атомната физика". Това беше забележителен курс, какъвто остава и до днес, след близо половин век! Атомната

квантова механика, следствията от симетриите, спектралните термове, спектроскопичната систематика, вероятности за преходи – всичко това бе толкова красиво и пленително, защото беше открито само преди няколко години. Беше забележително да си аспирант по това време и същевременно неприятно. Неприятно, защото непрекъснато възникваха нови идеи. Едва сте смлял уравнението на Шрьодингер и квантовата механика на Хайзенберг и слушаш как ваши колеги говорят за уравненията на Дирак и квантовата електродинамика! Учебният процес течеше необикновено бързо, много интересно, но обезкуражаващо. Позволете ми да се върна към твърдението си, че закъснях с три години. На стипендиантите Х. Бете, Р. Пайерлс, Ф. Блох и В. Хайтлер им беше провървяло. По това време всяка дисертация за докторска степен откриваше нова област. Р. Пайерлс, работещ по въпросите на топлопроводимостта, беше открил нова област на физиката на твърдото тяло; темата на дисертацията на Х. Бете беше посветена на електроните в кристалите и той беше открил друга област на физиката на твърдото тяло; В. Хайтлер и Ф. Лондон създадоха квантовата химия, Х. Венцел - теорията на фотоефекта. За мен беше вече много късно: всички области бяха открити.

А какво правех аз? Когато пристъпих към работа по моята докторска дисертация аз размишлявах за квантовата електродинамика - за взаимодействията на частиците със светлината. Особено бях заинтригуван от въпроса за затихването на излъчването, за естествената ширина на спектралните линии. Мотаех се самотен и се опитвах да намеря решение на задачата в експоненциална форма, но не стигнах далеч, защото бях много млад и невеж. Обърнах се за помощ към великия Е. Уигнър, който беше само няколко години по-възрастен от мен, но вече знаменит. Разбира се, той веднага ми помогна и ние заедно написахме статия за естествената ширина на спектралните линии, статия, в която за пръв път се появяваха разходящи интегрални. Опитвах се да убедя Уигнър, че интегралът може да се направи пренебрежимо малък. "Не, не, той е безкраен" - отговаряше той. Не му вярвах, но той, разбира се, беше прав. Тази статия, част от която по-късно влезе в моята дисертация, беше първата, в която се появяваха разходящи интегрални. Те не бяха изчислени; не са и днес, вече близо половин век след това. И това е много тъжно. И още една бележка за тази статия. Представете си млад никому неизвестен човек, чието име започва с буквата W (Weiskopf), които е имал щастието да напише първата си научна публикация с Уигнър (Wigner) и тази статия е подписана Weiskopf, Wigner, а не Wigner, Weiskopf. И тогава си обещах: "Боговете бяха милостиви към мен, давайки ми възможност да напиша първата си статия с Уигнър. Отсега нататък, каквато и статия да напиша и с какъвто и човек да работя, винаги ще се придържам към азбучното подреждане на авторите на статията". Така и постъпвах през целия си живот, с изключение на един случай, когато мой студент измени порядъка без мое знание.

Ето още една интересна история от онова време, свързана с откриването на уравнението на Дирак. Всички бяха поразени от това, че П. Дирак написа чисто интуитивно уравнението, което напълно обяснява свойствата на релятивистичния електрон. В действителност уравнението съдържаше значително повече, отколкото в него виждаше и самият Дирак: позитронът. Но това се забеляза по-късно. Тогава вече (аз бях в Гьотинген от 1928 до 1931 г., а уравнението на Дирак беше публикувано през 1927 г.) всички обсъждаха уравнение на Дирак и факта, че жиромагнитното отношение на електрона излизаше равно на две. Що за чудо!

Добра илюстрация на "високомерието" на теоретиците, което не е изчезнало и до днес, е следната история. На семинар пред група теоретици в Гьотинген съобщение за измерване на магнитния момент на протона направи О. Щерн, пристигнал от Хамбург. Той разказа за апаратурата, но не събщи резултата от измерването. Накрая О. Щерн

помоли всеки от присъстващите да отговори на въпроса: "На колко е равен, според Вас, магнитният момент на протона?". Всички физици-теоретици, започвайки от Макс Борн и завършвайки с Виктор Вайскопф, отговориха: "Разбира се, величието на уравнението на Дирак е в това, че предсказва той да е равен на един магнетон на Бор, както за всички частици със спин $1/2$ ". Той взе лист хартия и предложи всички да напишат отговора си и да се подпишат. Всички написахме "един магнетон" и се подписахме. След два месеца О. Щерн се появи отново, за да разкаже за завършилия експеримент и получените резултати: беше установено, че магнитният момент на протона е равен на 2,8 магнетона! И Щерн проектира на екрана листчето с нашите предсказания. Това беше забележителен отрезвяващ урок.

Позволете ми сега да кажа няколко думи, имащи известно отношение към положението през 70-те години. Не съм уверен, знаете ли вие, че в историята на икономическото развитие на западния свят времето от началото на 30-те години бяха тежки, много по-лоши, отколкото днешните - началото на 70-те, особено за младите физици, които търсеха работа. Това беше най-ужасното време както в икономическо, така и в политическо отношение. Хитлер беше придобил вече голяма сила и всички предсказваха, че той ще застане начело на Германия. По същото време Америка и Европа бяха попаднали в ужасна икономическа депресия. Какво да правят младите физици? Разбира се, нямаше никакви предложения за работа. Даже за такива физици като Х. Бете и Ф. Блох беше трудно да получат работа. Бяхме загубили всякаква надежда. Днешните студенти грешат: ако изучат физиката, те със сигурност ще си намерят работа, при това с възможност за избор и не трябва да си много способен, за да бъдеш добре платен. Преди четиридесет години пред нас съвсем нямаше такива перспективи. Баща ми каза, че съм побъркан по физиката, а би следвало да изучавам нещо по-реално, да получа например техническа или някаква друга "практическа" професия. Понеже пред нас нямаше особени надежди, ние се съгласяхме и на временна работа с половин заплата.

Аз бях без работа. Отначало постъпих при В. Хайзенберг като неплатен сътрудник, подготвящ дисертация, защото по онова време такава "длъжност" не беше платена. Помолих за малко пари родителите си и проведох прекрасно времето си при Хайзенберг и сътрудниците му. 1932 г. беше фантастична година за физиката: Е. Ферми публикува теорията на слабите взаимодействия, Дж. Чадуик откри неутрона, а К. Андерсън и С. Нидермайер - позитрона. Бяха заложени основите на теорията на слабите и силните взаимодействия, както и концепцията за анти-света. Появяването на друга работа на Е. Ферми с просто изложение на квантовата електродинамика за нас беше откровение. След като с усилия бяхме смлели доста сложните статии на П. Йордаан, Е. Уигнър, В. Паули и В. Хайзенберг, изложението на Ферми беше толкова просто и ясно, че можеше да бъде разбрано и от физици с нематематичен уклон.

Времето, прекарано в Лайпциг, беше много интересно за мен. Искам да разкажа една история, която се случи тогава. Спомням си обсъждането в нашата група на въпроса защо електрон и неутрон се появяват от ядрото. Сега, разбира се, всеки студент знае, че се образува двойка електрон-позитрон, но в онези времена идеята за образуване на такава двойка беше напълно нова, теорията на позитрона се намираще в зачатъчно състояние. Помня, че седяхме в едно лайпцигско кафене, с вход, обърнат към плувен басейн; Хайзенберг гледаше към вратата. Ние разсъждавахме: как от ядрото може да изскочи електрон, след като го е нямало там. Тогава Хайзенберг каза: "Всички вие правите неправилни изводи; погледнете към вратата. Вие виждате, че всички влизаци и всички излизаци са напълно облечени; следва ли от това, че всички къпещи се в басейна са напълно облечени?"

И няколко думи за моята работа. Понеже щатният асистент на Е. Шрьодингер, Ф. Лондон, помоли за половингодишен отпуск и замина за Америка, аз бях щастлив да го заместя за този период в Берлин като асистент на Шрьодингер. След време обаче, когато парите от родителите ми започнаха да не достигат, реших, че трябва да си потърся някъде постоянна работа и да живея от собствени средства. Работа в Германия, Англия или Франция аз не можех да получа. През 1933 г. заминах почти за година в Русия, в Харков, където можеше да се получи работа, осигуряваща съществуването. По това време в Харков работеха Л. Ландау, Е. Лифшиц, А. Ахиезер и много други млади руски физици. Животът в Русия съвсем не беше лек, но интересен и поучителен.

По-нататък ми провървя (мисля, благодарение на Е. Шрьодингер). Получих писмо от Америка, в което ми се съобщаваше, че съм получил стипендия на фондация Рокфелер (днес вече тя не се дава на физици). Това означаваше годишна поддръжка където и да е, само трябва да обявите какво ще правите. Не зная можете ли да си представите какво означаваше това за мен в онова време, когато вече бях готов да се простя с надеждите си и мислех да изоставя физиката. (Известно време аз наистина преподавах и това ми харесваше.) Стипендията Рокфелер беше внушителна - 1800 долара за година, и въпреки че цените по това време в различните страни бяха твърде различни, тя представляваше неочаквано богатство. Реших да я използвам, като пребивавам половин година в Копенхаген при Нилс Бор и половин година в Лондон при Пол Дирак.

Когато пристигнах в Копенхаген бях посрещнат от моя приятел Макс Делбрюк, който сега се занимава с биология (удостоен през 1969 г. с Нобеловата награда за медицина и физиология за "откритията, отнасящи се до репликацията и генетичната структура на вирусите", съвместно с А. Хърши и С. Лурия - бел. прев.), а тогава беше физик. Той ми каза, че Копенхаген е чудесно място, главно заради красивите момичета. Отвърнах: "Това е много интересно сведение, но не е много важно за мен, защото аз съм дошъл тук да се занимавам с физика". "Добре, каза Макс, но няма да сбъркаш, ако се загледаш в тях". На следващия ден той, заедно със своите приятели ме заведе на танци и наистина се оказа прав: едно от момичетата, с които се запознах там, стана моя жена. Жената играе много голяма роля в живота на физика; тя прави живота му сносен, ако той успее да направи живота сносен за нея.

Теглеше ме Копенхаген, исках да работя в института на Нилс Бор. По това време там се подвизаваше интересна група: Ф. Блох, Х. Плачек, М. Делбрюк, С. Чандрасекар, Дж. Уилямс, К. Вайцекер и др. Аз все още се интересувах от квантовата електродинамика и размишлявах над две задачи: наистина ли позитронът се съдържа в уравнението на Дирак - проблема за симетрията на зарядовата спрегнатост, както е прието сега да се казва, и проблема за ядрените сили - основата на ядрената физика. Това беше нещо съвсем ново: в природата е открита нова сила - ядрената; какво да правим с нея? Може ли към нея да се приложи квантовата механика? Обсъжданията бяха съсредоточени, от една страна, върху строежа на ядрото, а от друга - върху квантовата електродинамика. Всичко това беше толкова интересно, че останах в Копенхаген повече от половин година, докато си спомня, че трябва да отида и в Лондон при П. Дирак.

В Кеймбридж останах донякъде разочарован: Дирак беше велик човек, но почти безполезен за всеки студент. Да се беседва с него беше невъзможно, а и да разговаряте с него, той само слушаше и отговаряше: "Да". От гледна точка на студента, разговорите с Дирак бяха загубено време. Там обаче аз срещнах Р. Пайерлс, който също беше Рокфелеров стипендиант. От него научих извънредно много. Той ме запозна със сложните пресмятания в електродинамиката, с т.нар. алфа-гимнастика.

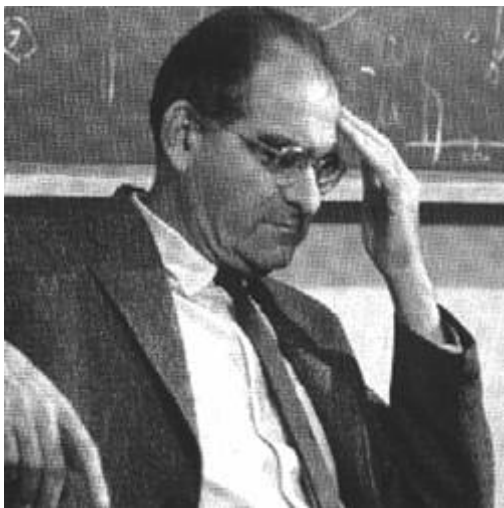
След това пак ми провървя. Получих писмо от Волфганг Паули, в което ми съобщаваше, че трябва да замина за Цюрих като негов асистент. При великия Паули! Тогава още не го познавах, бях слушал много за него и го бях виждал на няколко конференции. Бях потресен, преди всичко, че получавах работа - този проблем оставаше един от най-тежките за онези времена, и след това - каква работа: при самия Паули! Дотърчах при Пайерлс и му се похвалих: "Ставам асистент на Паули!". Преди няколко години сам Пайерлс е бил асистент на Паули и той ми каза: "Ако мислиш, че това е подходяща работа, то грешиш. Ужасно е да си асистент на Паули". Той ми даде няколко добри съвета, за които ще разкажа след малко. Паули настояваше да пристигна в Цюрих в най-скоро време. Когато след известно време се появих пред голямата врата на кабинета му, почуках, но отговор не последва. Почуках отново - и пак без отговор. След пет минути такива опити, зад вратата се чу доста грубото: "Кой чука? Влезте!". Отворих вратата - в противоположната страна на огромния кабинет зад бюрото седеше Паули и продължаваше да пише: "Кой е? Преди всичко трябва да си привърша сметките! *Erst, muss ich ixen*" - и ме застави пак да чакам. След нови пет минути: "Кой сте Вие?"; "Вайскопф"; "А, Вайскопф! Моят нов асистент ..." И след като ме огледа от глава до пети, той ми каза: "А бе, аз исках да поканя Бете, но той сега се занимава с физиката на твърдо тяло. "*Den Festen Korper mag ich nicht*. Не ми харесва твърдото тяло, въпреки че започнах с него. Затова избрах Вас". Попитах: "С какво мога да ви бъда полезен, сър?" "Сега ще ви дам една задача" - каза той и ми даде нещо за пресмятане - "*Geben Sie*, идете и работете". И аз си отидох. След около десетина дена се появих при него и му показах пресмятанията си. Той ги прегледа и каза: "А бе, трябваше да взема Бете!". Вероятно беше прав, но аз се радвам, че с това не свърши моята работа при него.

Давайки ми добрите си съвети, Пайерлс не можеше да предвиди тази история, но пък ми разказа много други. Например Паули бил винаги неотстъпчив по време на семинари; мисля, че той беше в немалка степен и актьор. На семинарите Паули сяда на първия ред и когато нещо не му харесва, се надига и започва да негодува: "Това не е вярно! *Falsch!* Върнете се в къщи, вие не сте се подготвили. Що за глупости? Как можете да говорите такива глупости!" И това той можеше да го каже на всеки. За такива случаи Пайерлс ми даде следния съвет: "Когато ще провеждате семинар, трябва да действате по следния начин. Ако семинарът ще се провежда в следобедните часове, сутринта отивате при него и му казвате: "Професор Паули, искам да Ви разкажа това, за което ще говоря днес след обед на семинара" - и му излагате намеренията си. Той скоро започва да се пени: "Глупости! *Dummheit!* Идете си в къщи!", но вие спокойно продължавате, даже не е необходимо да го слушате. А след обедата си провеждате семинара така както сте си го намислили - нищо страшно няма да се случи - Паули ще си седи на първия ред, ще ви слуша и ще мърка под носа си: "Но, нали аз вече всичко му казах". Този метод работи безотказно.

Аз обичах да работя с Паули. Моето възхищение от него нямаше граници. Днес той действително много ни липсва - не ни достига неговата забележителна критика, доброто му отношение и нетърпимостта му към всичко недостатъчно свършено и хубаво. Аз научих много от него и съм му дълбоко признателен.

Оказа се, че една от нашите работи, посветена на квантуването на скаларното вълново уравнение, представлява начало на мезонната теория. Имах някакви смътни идеи, свързани с уравнението на Клайн-Гордон: бях поразен от факта, че пълният брой частици, интерпретиран като квадрат на вълновата функция, не се запазва. Помислих, че може би става дума за нещо като раждане на двойки, но това не вървеше, защото не бях много силен в метода на вторично квантуване. Затова се опитах да разкажа за това на Паули. Той беше в лошо настроение. Независимо, че понякога демонстрираше груби

маниери, той беше най-добрият и най-сърдечният човек, когото аз съм срещал. Опитвах се да кажа: "Вижте, Паули, тук има нещо което заслужава внимание". На което той отвърна: "*Dummheit*, глупости, вървете си!". Аз наново се опитвах да го умилостивя: "Но, моля ви се, обяснете ми, искам да ви задам въпрос ..." - "*Dumm, dumm*". След което се ядосах и издекламирах: "*Ach, Meister, warum so viel Eifer, warum so wenig Ruh, mich denkt euer Urteil waere reifer, hoertet Ihr besser zu*" ("О, господине, защо толкова много външения и толкова малко спокойствие? Мисля, че вашите съждения щяха да бъдат помислени, ако се вслушвахте по-внимателно в мен"). Погледна ме строго и попита: "Това пък какво беше?" - "От "*Die Meistersinger*" на Рихард Вагнер", отговорих аз. "*Wagner? Mag Ich uberhaupt nicht!*" (Вагнер ли? Той пък съвсем не ми харесва!"). След което аз пак трябваше да си отида. След два дни аз пак му казах: "Погледнете, интересна задача". На което той отвърна: "Защо не ми казахте веднага за това?". И започна забележително сътрудничество, от което получихме огромно удоволствие, създавайки нещо, за онези времена, напълно неочаквано: оказа се, че може да се получи раждането и аниhilацията на двойки частици от уравнението на Дирак и за безспинови частици.



По същото време аз се интересувах от изследванията на електромагнитните свойства на вакуума, поляризацията и от електричното поле и раждането на двойки. По тези въпроси работех заедно с двама студенти на Хайзенберг - Ойлер и Кокел. Ойлер, внук на известния математик и сам отличен физик, по-късно беше убит от нацистите. Интересувахме се от безкрайностите, появяващи се в електродинамиката. Ако бяхме малко по-умни, бихме могли да разработим теорията на пренормировките. Това беше през 1934 г. Ние показахме, че разходящите изрази се явяват, по същество, ненаблюдаеми - с други думи те могат да бъдат изведени чрез пренормиране на масата и товара. Така, на още съвсем примитивно равнище, беше заложена идеята за пренормировките, но ние не успяхме да я развием в теория.

По това време, по предложение на Паули, аз изчислих собствената електромагнитна енергия на електрона и успях да покажа, че теорията на позитрона позволява да се намали степента на разходимост до логаритмично ниво. Трябваше да призная, че в първата си публикация аз направих сериозна грешка. Вендел Фюри ми я посочи и във втората работа, основана на бележката на Фюри, беше публикуван правилният резултат.

По-късно в центъра на вниманието ми се оказа ядрената физика, преди всичко поради все по-нарастващото количество експериментални данни, и второ поради известен застой в електродинамиката. След 1935 г. моите интереси се изместиха изцяло

в областта на ядрената физика, особено след като Н. Бор предложи модела на съставното ядро. Аз продължих да развивам идеята за ядрена температура и прилагането на термодинамиката към малки обекти; това беше интересна работа и аз научих много за ядрото и термодинамиката. След това ми се наложи да напусна Паули и Цюрих и да се заема с някаква спомагателна работа при Бор. Тази работа се поддържаше от фонда за подпомагане на учени, останали без работа в резултат на гонения от страна на Хитлер. Разбира се, работата беше временна, но беше извънредно приятно отново да бъда в Копенхаген. Сам Бор беше заминал в Америка на едно от своите регулярни посещения с цел да намери работа на физиците бежанци, насъбрали се в Копенхаген. Веднъж, през 1937 г., завръщайки се от такова пътуване, той ми съобщи, че за мен е намерил място за преподавател в Рочестерския университет, щ. Ню-Йорк. Тази длъжност беше с годишна заплата от около 2400 долара.

С радост напусках Европа, където по това време вече нямаше никакви перспективи. Рочестер беше много приятен неголям университет, какъвто остава всъщност и до днес. Тогава там имаше прекрасна катедра по физика (каквата е и до днес), в която достатъчно добре беше представена и ядрената физика; работещ циклотрон, на който се провеждаха експериментални изследвания по възбуждания на ядра и преминаване през потенциална бариера. Моят опит в ядрената физика се оказа много полезен.

Живота ни в Рочестер, далеч от нацисткия терор, беше извънредно приятен и нямаше нищо общо с неустроения живот в Европа, под заплахата от война. Запознахме се с много нови колеги от американски или европейски произход. Имаше много емигранти, например Х. Бете, който живееше и работеше в Итака, само на няколко мили от Рочестер. През лятото пътувахме до Западното крайбрежие, посещавахме Бъркли и Станфорд, където Р. Опенхаймер и Ф. Блох бяха събрали голяма група активно работещи физици. Спомняйки си първите години в САЩ, не мога да се удържа да не кажа за дълбокото впечатление, което ни направи приемът, който ни бе оказан от учените на тази страна. Ние бяхме посрещнати топло и приети като равни, а понякога и като по-старши. Веднага се почувствахме у дома, равноправни членове на обществото, като живеещи там по рождение. В никоя друга страна - а ние живяхме в много страни - ние не сме се чувствали така добре и толкова бързо признати.

През 1939 г., две години след нашето заселване в Америка, избухна Втората световна война. В началото САЩ оставаха настрана от войната, но върху науката и учените войната оказва голямо влияние много преди откритото встъпване на САЩ във войната през 1941 г. Голяма част от моите приятели-физици започнаха да се занимават с радиолокаторите (проблемът за създаването на атомната бомба възникна по-късно). Ю. Швингер беше голям специалист по радиолокаторите, по това време той разработваше теорията на вълноводите. Част от европейците, пристигнали сравнително неотдавна от Германия и Англия, като мене например, все още се разглеждаха като "враждебни чужденци" и не бяха допускани във военните разработки, но бяха привлечени за обучението на студенти. По това време преподавах теоретична физика в Рочестер и на други места, замествайки учените, които бяха преминали във военните лаборатории. За мен моята работа беше достатъчно интересна.

Разрешете ми сега да се обърна към историята с откриването на деленето на ядрата и неговото използване за създаване на атомната бомба. През 1942 г. Е. Ферми успя да осъществи верижна реакция и техническото приложение на процеса на делене стана реална възможност. Много физици поискаха да се присъединят към работата по този проблем, независимо от това дали бяха "враждебни чужденци" или не. Беше необходим мощен интелект. В началото на 1943 г. Р. Опенхаймер ме покани да се присъединя към групата физици в Лос-Аламос за работа по създаването на атомната бомба.

Много е трудно да се опишат нашите чувства и настроения след трийсет години от участието ни в този проект. Днес много хора казват, че физиците е трябвало да се занимават с търсене на истината, а не със създаването на разрушително оръжие. Да се говори това е лесно, а може би и вярно, но не са много физиците, които постъпиха така. По това време Паули беше принуден да напусне Европа, живееше в Принстън и не мислеше да взема участие в каквито и да са военни проекти. Обаче хора, намиращи се в моето положение, и много други, беше трудно да откажат да участват в тези изследвания. Наистина, не мога да кажа защо точно отидох в Лос-Аламос. Голяма роля изигра това, че съществуваше опасност Хитлер да изпревари със създаването на бомбата. Но може би ще бъдат прави и онези, които ще кажат: "Той направи това, защото така постъпваха другите". Много е сложно да се опише предназначението на физиката. Физиката е не само търсене на истината, но и потенциална власт над природата; това са две страни, които трудно могат да се отделят една от друга. Може да се каже, че физикът трябва да се занимава с търсенето на истината, а въпросите с властта над природата да оставят на някой друг, но при такъв подход само се заобикаля проблемът, без да се гледа в лице действителността. Една от най-важните характерни черти на физиката и на много други науки е това, че те не само представляват естествознанието, но са и тясно свързани с живота на обществото. Кой знае дали това е добре или зле? Могат да бъдат приведени аргументи и в двете посоки. Станаха ужасни неща, след като човек се научи да използва деленето на ядрото. Но от друга страна може би първата атомна бомба сложи край на войната. Поне аз мисля така; мисля, че спасихме живота на милиони хора; надявам се да съм прав. Значително по-трудно е да се оправдае втората бомба. Така или иначе ние участвахме във всичко това и аз не искам нито да оправдавам, нито да осъждам.

Мога да кажа, че четирите години, проведени в Лос-Аламос, бяха голяма практика както от научна, така и от човешка гледна точка, независимо, че те бяха посветени на разработването на най-смъртоносното оръжие от всички, създадени някога от човека. Такива са житейските противоречия. От човешка гледна точка постоянният интелектуален контакт с най-добрите физици в света по онова време, такива като Бор, Ферми, Чадуик, Пайерлс, Сегре и др. беше извънредно полезен. В паметта ми завинаги ще останат дискусиите, които провеждахме под сянката на свръхоръжието по въпроси от областта на философията, изкуството, политиката и бъдещето на света. Но и в чисто професионален план ние се срещаме със задачи, които преди това никога не бяха възниквали. Беше много интересно да имаме работа с вещество, намиращо се при необикновени условия. Опитвахме се да предсказваме поведението на такова вещество и поставяхме съответни експерименти, отличаващи се твърде много от обикновените. Да държиш в ръка парче метал, изготвен за пръв път от човек, да наблюдаваш невиджани дотогава събития и процеси - това беше нещо наистина удивително.

След това започна великото изпитание - първият ядрен взрив. Бях старши теоретик на изпитателния полигон в пустинята в Ню-Мексико, носещо интересното наименование "*Joranda del Muerte*", означаващо нещо като "Пътешествие към смъртта". Пътувах с джип от едно място на друго и им съобщавах очакваните там интензитети на различните видове лъчения. Разбира се, ние бяхме длъжни предварително да изчислим безопасните за човека разстояния. Беше подметнато, че за всеки случай аз би трябвало да бъда поставен в метална кабина на място, което сме определили като безопасно. Оказа се, че в изчисленията сме сбъркали петкратно: на теоретически безопасното място аз щях да бъда мъртъв. Интензитетът на излъчването се оказа значително по-голям от нашите предположения: неправилно беше оценена неговата енергия и степента на поглъщането му.

В края на войната ние бяхме радостни, че се връщаме към обикновения живот - преподавателска и изследователска работа. Всички се надяваха на настъпването на мирна епоха и вярваха в създаването на нов свят, по-добър от този, който оставаше след безчислените убийства, след най-смъртоносния и разрушителен сблъсък в историята. Отново се появи огромното желание за занимания с фундаментални изследвания. Искахме да използваме много нови уреди и методи, създадени в процеса на военните изследвания, за по-нататъшно изследване на природата, а не за разработването на по-ефективни видове оръжия. С голям ентузиазъм се заехме за разрешаването на стари и нови задачи, и бяхме поддържани от правителството, осъзнало мощта на физиката.

След войната станах професор по физика в Масачузетския технологичен институт. Сега искам да разкажа за изследванията, с които се занимавах тогава. Още от 1936 г. съществуваха неясни сведения, че наблюдаваните положения на енергетичните нива на водородния атом не съвпадат точно с предсказваните от уравненията на Дирак - т.нар. ефект на Пастернак. Съществуваха някои съображения за това, как може да бъде пресметнат този ефект с помощта на квантовата електродинамика при наличието на разходимости. След войната реших да се заема с този проблем заедно с много способния аспирант Б. Френч, който сега е добре известен като специалист по структурата на ядрата. Мислехме да пресметнем този ефект, известен като лембовско отместване, опитвайки се да изолираме безкрайната собствена енергия на електрона. Това бяха трудни изчисления, понеже техниката на пренормиране още не беше развита. Трябваше да се изчисли разликата между енергиите на свободен и свързан електрон, когато и двете енергии бяха безкрайни. Трябваше да действаме много акуратно, защото изчисляването на разлика между две безкрайни величини често се съпътства от грешки. Ние преодолявахме бавно възникващите трудности, защото по това време нямаше надеждни експериментални данни. Но скоро У. Лемб и Р. Ридърфорд поставиха добър експеримент и най-после получихме резултат, който прекрасно съвпада с техните данни. Съобщих това на Джулиан Швингер и Дик Файнман. По това време Швингер беше в Харвард, а Файнман - в Корнел; те повториха нашите пресмятания, но техните резултати не съвпадаха с нашите, като при това Швингер и Файнман получаваха едни и същи отговори. Казах на Френч: "Ех, какво да се прави, вероятността те да са прави е много по-голяма от тази ние да сме правите". Отложихме публикацията, за да намерим грешката и я търсихме в продължение на половин година. Междувременно Лемб и Крол пресметнаха същия ефект и публикуваха резултат, който беше близък до нашия. По това време от Итака позвъни Файнман и каза: "Вие бяхте правите, а аз сгреших!". Така, че ако ни беше стигнало мъжество да публикуваме нашите резултата, нашата статия щеше да бъде първата, обясняваща резултатите на експеримента на Лемб и Ридърфорд. Какъв е изводът от тази история? Трябва да вярваш, в това което правиш! Разбира се, по-късно методите, които ние използвахме, бяха усъвършенствани и подобрени, и днес всеки студент може да свърши тази работа за няколко часа благодарение на прогреса, не бих казал в науката, а в математическия формализъм. Всъщност, това е едно и също.

След известно време аз се заинтересувах от ядрената физика. Със своите сътрудници, основно с Херман Фешбах, разработихме няколко начина за разглеждане и обяснение на ядрените резонанси и ефектите на разсейване. В един от нашите модели ядрото се разглеждаше като прозрачна, частично поглъщаща сфера. Често тя се нарича модел на непрозрачната кристална топка и в нея наистина достатъчно добре се възпроизвеждат много от свойствата на ядрото. Заедно с Дж. Блат написахме дебелата книга "Теоретична ядрена физика", като при това ние самите научихме много в тази област. Забелязах, че стремежът да се обясни и по-ясно изложи някакъв въпрос спомага

не само за по-доброто разбиране на нещата, но и за появяването на нови идеи, обяснения и открития. Това е още едно свидетелство за тясната връзка между преподаването и изследователската работа. За себе си никога не съм смятал за възможно да се занимавам само с едното или с другото. Сред проблемите, които по това време интересуваха мен и моите сътрудници, беше удивителното съответствие на слоестия модел на ядрото с реалната картина. Според този модел съставните части на ядрото се движеха вътре в нея почти като свободни частици, независимо от силното взаимодействие между отделните нуклони. Опитвах се да обясня това качествено като проява на принципа на Паули, който пречатства разсейването на нуклоните от съседните нуклони, когато всички състояния, в каквито то може да бъде разсеяно, са заети от други нуклони. Съвместно с Ф. Фридман се опитахме да покажем как ефекти на силното взаимодействие (като пълното обединение на падащия нуклон с ядрото на мишената) и ефекти на квазисвободни движения на частиците (каквито се разглеждат в слоестия модел и т.нар. преки реакции) могат едновременно да се проявяват без логически противоречия.

След дълги години изследвания върху строежа на ядрата стигнах до убеждението, че тази област се усложни прекалено, а аз не обичам много сложните неща и затова реших да се заема с физиката на високите енергии. В различна степен винаги съм имал известно отношение към тази област. Искам да посоча, че различието между физиката на високите енергии и ядрената физика започна да се проявява едва преди 10-15 години, а дотогава самата ядрена физика беше физика на високите енергии. Всъщност истинската причина за моя преход в новата област беше, че след написването на дебелия книга станах "експерт". Навремето Паули ми беше казал: "Не ставай експерт по две причини: първо, ще станеш виртуоз по формализма и ще забравиш истинската природа на нещата, и второ, възниква опасност никога да не се занимаваш с нещо наистина интересно".

След Втората световна война ми се налагаше все по-често да вземам участие в установяването на контакти и устройването на сътрудничество между учени от различни страни. Бях убеден в необходимостта от съществуването и разширяването на международното научно сътрудничество. Учените са способни бързо да се разбират помежду си, общите им интереси и усилията, насочени към по-дълбокото проникване в тайните на природата, способстват за установяване на по-близки връзки, позволяващи лесно да се прехвърлят мостове през географски граници; научните проблеми наистина са интернационални, или "наднационални", и до голяма степен не зависят от политическите и икономическите системи. В следвоенните години тези контакти бяха нарушени и съществуваха голям брой идеологически и бюрократически препятствия, затрудняващи свободния обмен и сътрудничество. Много се стараех - не винаги успешно - да събера учени от различни страни и да преодолее бариерите, затрудняващи научния обмен между Изтока и Запада.

Разрушенията, предизвикани от Втората световна война, се отразиха и върху европейската наука. Научната общност се разпадна, много експериментални установки и апаратури се оказаха остарели и неизползваеми. Трябваше да се предприеме нещо за възстановяване на условията, при които огромният интелектуален потенциал на Европа да участва в развитието на съвременната наука така успешно, както беше това преди войната. Опитвах се да съдействам за това, често посещавах Европа, преподавах в различни университети и участвах в обсъждания на физически проблеми с колеги. През 1950 г. аз бях първият поканен гост-професор в Сорбоната. През 1960 г. след трагичната смърт на Дж. Бекер, директор на ЦЕРН, бях поканен да заема неговото място. По това време новосъздадените ускорители бяха вече готови за провеждане на експерименти. Предоставяше ми се възможност да направя нещо съществено. Съгласих

се и в продължение на пет години заемах поста генерален директор на ЦЕРН. Това бяха едни от най-забележителните години в моят живот. Когато се оглеждам назад тези пет години ми се струват като двайсет и пет: трябваше да се разбере и направи много; много вълнуващи и ободряващи бяха усилията да се създаде атмосфера на интензивни съвместни изследвания и дискусиите между всички участници; беше интересно да се работи с хора от различни националности, различни професии, с физици, инженери, механици, обикновени работници, даже и с политици. За мен много важно беше участието ми в планирането на бъдещите европейски експериментални установки, като протонния пръстен за натрупване и ускорителя за 300 GeV. Защо след пет години напуснах поста? Не знам точно, но не съжалявам за това. Все пак беше интересно да се върна отново в Америка с придобития в ЦЕРН нов опит.

С това очеркът за моя живот като физик трябва да завърши. но аз не искам читателят да остане с впечатление, че по-рано физиката е била по-интересна и по-вълнуваща. Разбира се, първите години на раждането и утвърждаването на квантовата механика са неповторими, в смисъл, че през този период бяха разбрани и обяснени много неща. Но темповете на появяване на нови забележителни открития и идеи не намаляха. Да разгледаме само последните петнайсет години във физиката на елементарните частици: откритието на антипротона - 1955 г., откритието на незапазването на четността - 1956 г., откриване на барионните и мезонните резонанси - 1960 г., откриването на адронните симетрии и предсказването на омега-частицата - през същата 1960 г., откриването на втория вид неутрино - 1962 г., установяването на симетрията вещество-антивещество - 1964 г., откриването на точкоподобни съставящи вътре в нуклона (наречени партони) - 1968 г. По такъв начин, в продължение на 15 години темповете на науката бяха също така стремителни, както и преди това. Очевидно е, че теоретичното осмисляне на тези явления малко изостава, ние вече достатъчно чакахме. Склонни сме да забравим колко много експериментален материал беше натрупан преди създаването на квантовата механика.

Разглеждайки днес тези неща, ние не си представяме какъв труден и мъчителен беше пътят, довел до тяхното познание, защото изминаваме само най-логичния и прост начин на представяне на тази одисея. Физиката не стана по-малко привлекателна; животът на младите физици е също така интересен и увлекателен като моя живот. Надявам се, изследването на природата ще им даде толкова енергия и сили, колкото ми даде на мен при търсене на смисъла и целите в този труден и озадачаващ период от историята на човечеството.

Превод: Н. Ахабабян

ОПАЗВАНЕТО НА ОКОЛНАТА СРЕДА ПРЕЗ ПОГЛЕДА НА МЛАДИТЕ

За втори пореден път по време на ежегодните национални конференции по въпросите на обучението по физика Съюзът на физиците в България (СФБ) и Фондация “Еврика” организираха и проведоха Младежка научна сесия - една от националните прояви по европейската програма “Физика на сцената 2”.

Тематиката на специализираната младежка научна сесия - *“Опазването на околната среда през погледа на младите”* е в съответствие с основните документи, очертаващи стратегията за развитието на науката през 21-ви век, които са приети от организираната от ЮНЕСКО и Международния съвет за наука през 1999 г. Световна конференция “Наука за XXI век – нова обвързаност”. Приетата там Програма за науката съдържа конкретни препоръки за изграждане на научен потенциал и прилагане на науката за устойчиво развитие и по-добро качество на живот на сегашните и бъдещи поколения. Няма съмнение, че физическите знания са пряко свързани с решаването на проблемите на околната среда – следователно всяка страна е заинтересувана да има добро физическо образование и да подкрепя развиването на способностите на младите хора, които имат интереси и талант.

Екологичните проблеми са приоритет на образователните програми и научните изследвания на Европейската комисия. В разработената от нея стратегия, приета на 24.01.2001 г., “Околна среда 2010, нашето бъдеще, нашият избор”, е наблегнато на необходимостта *“гражданите да бъдат съпричастни на проблемите на околната им среда”*. Проблемите на околната среда: енергетика, околна среда, човек; индустриално развитие и опазване на околната среда; метеорологични и океаноложки аспекти на опазването на околната среда - бяха темите, определени за постерното представяне на сесията, която се проведе по време на XXX Национална конференция по въпросите на обучението по физика в Пловдив от 30.05 до 01.06 2002 г.

Участниците трябваше да разработят тема с елементи на оригиналност и творчество, съобразно с желанието, интересите и възможностите си. За защита на писмените си разработки се явиха 65 ученика с 40 доклада. “Докато не е късно, трябва да вземем мерки”, за да предотвратим влошаването на качеството на водата – призовава Петя Цветкова от СОУ “В. Левски” (Севлиево) и показва, как действа “Пречиствателна система със затворен цикъл на работа във “Видима” АД, гр. Севлиево”. А нейните съученици Георги Конов и Деян Петков предлагат примерен проект за използване на топлинни и слънчеви панели. Те смятат, че от една страна са решили енергийния проблем на училището си, чрез монтирането на такива панели на покрива му, а от друга, че са успели да изпълнят *“едно от най-важните изисквания на околната среда – създаването от нас да не нанася никакви екологични вреди на природата.”* Енергийните проблеми бяха в центъра на вниманието на много от участниците в младежката сесия: “Енергетика и екология” на Мариана Ненчева и Станислава Давидкова от СОУ “Хр. Ясенев” (Етрополе); “Слънчевите батерии – екологичен източник на електроенергия” на Бочо Бочев от 29 СОУ “К. Шапкарев” – Сф.;

“Енергетика и околна среда” на Мина Бегова от 12 СОУ - Сф.; “Енергетика, околна среда, човек” на колектив от ученици с ръководител Станимир Тинков от Природоматематическата гимназия в Ловеч - (една изключително добра разработка не само като оформление, писмено изложение, компютърна анимация и устна защита, но и илюстрирана с много данни за България) и др.

Ядрената енергия и екологичните проблеми също бяха в центъра на вниманието на много от участниците. Проблемът за “Съхраняване на отработено ядрено гориво” стои пред всички страни с АЕЦ, които трябва да имат национална стратегия по тези въпроси, защото *“истина е, че енергопроизводството е ключов фактор и съществен показател за икономическото развитие на една страна”* – смята Марина Донова от I АЕГ - Сф. Но според авторката *“най-скъпата и надеждна инвестиция за бъдещето е човешкият ресурс”*, който ще опазим *“най-вече чрез грижа за нашата безопасност”*. Проблемите, свързани с “Ядрената енергия и екологията” в национален и световен мащаб, са анализирани от Мартин Цеков и Лилия Петрова от СОУ “Хр. Ясенов – Етрополе. Те защитават тезата, че това са проблеми на цялото общество, което трябва да придобие *“ядрена култура”*. Само тогава *“ще започнем да гледаме на ядрената енергетика обективно”*. Тематично обединени в общо заглавие “Ядрената енергия или как се възкресяваха звезди в епохата на големите гъби” бяха разработките на учениците от I АЕГ Павлина Борисова (“Ядрените електроцентрали: уран + електрификация = ?”), Захири Шойлев (“Ядрените отпадъци или какво свети в тъмното”), Коста Стоянов (“Добре дошли в страната на най-големите гъби: ядрени оръжия и международните спогодби за съкращаване на ядрените арсенали”) и Емил Минчев (“Уранът е наш приятел”). Въпреки леко параноичната предпазливост, с която човечеството се отнася към ядрените изследвания, решаваща дума по тези въпроси ще имат бъдните поколения. Те трябва да преценят дали сме постъпили правилно, като сме им завещали използването на ядрената енергия. Ние сме длъжни да им оставим в наследство не само това важно откритие, но и средствата за защита от него.

Сред разработките, разглеждащи екологичните въздействия на йонизиращите лъчения, особено интересна беше “Радиация и екология” на Деница Стоянова и Деница Цанова от СОУ “Хр. Ясенов”. Авторките показват не само отлична за възрастта си информираност относно историческите факти за вредното действие на радиацията и за историята на проучванията върху радиоктивността на водоизточниците и радиоактивните замърсявания у нас, но и представят данни за концентрацията на радиоактивността в “Елаците” – Етрополе.

По-слабо застъпени бяха проблемите на шумовото замърсяване на околната среда. Те бяха обект на разработките на учениците от Техникума по електротехника и електроника – Пд.: “Шум и шумово замърсяване” (Йордан Мирчев), “Влияние на шума върху човешкия организъм” (Николай Керенчев и Петко Петров), “Борба с шума и шумовото замърсяване” (Пламен Караиванов) и др. Анализирайки нормите за влиянието на акустичната среда върху живите същества и неизползваните възможности на борбата с шума, Снежана Ташева (8-ми кл. в СМГ) стига до извода, че за успешна борба с шума е необходимо *“успехите на електрониката и акустиката да се съчетаят с физичните принципи и да се приложат за конструиране на средства ... за повишаване на индивидуалната защита от шума.”*

Метеороложките аспекти в опазването на околната среда бяха сред често срещаните теми. Изключително добре оформената работа “Светът в който живеем” на

Деница Петкова и Константин Костов от НПМГ “Акад. Л. Чакалов” – Сф., съчетаваха анализа на представените данни за парниковия ефект и глобалното затопляне и влиянието им върху околната среда с великолепни цветни илюстрации. С много самочувствие защити своята теза “Парниковият ефект или как човешката цивилизация е решила да се самоунищожи, преди да ѝ е дошло времето” Иво Петков (11-ти кл. от I АЕГ – Сф.). Някои “Екологични аспекти на атмосферния въздух” разгледаха Даниел Вучков и Станислав Димитров от 22 СОУ “Г. С. Раковски” - Сф. В “Метеороложки и океаноложки аспекти на опазването на околната среда” Веселина Стамболова от 91 Немска ЕГ “Проф. К. Гълъбов” – Сф., направи задълбочен анализ на промените в състава на земната атмосфера и взаимните им връзки с океанската циркулация като последица от човешката дейност. Авторката смята, че освен бързите и мащабни действия и международно сътрудничество за опазване на околната среда е необходимо да направим *“съществени промени в нашето поведение и начин на мислене, за да запазим естествената природна среда на Земята”*.

Много емоционално и с много факти бяха изпълнени разработките на учениците от ОУ “Кочо Честименски” - Пд.: “Съдбата на една река” от Димитър Навущанов - 6-ти клас - и “Екологични проблеми на река Марица” от Румен Батакчиев. В своя “Екологичен преглед” Георги Панов - 7-ми клас - на базата на цитирани нормативни материали на МОСВ направи критичен коментар на Националната стратегия за опазване на околната среда! *“Човечеството трябва да се обедини, за да защити природата и живота на Земята!”* – така завършва научната си разработка “Военни намеси и екологични проблеми” Илия Илиев - 6-ти кл., а Гергана Титова - 8-ми кл., - изразявайки тревогата си за бъдещото развитие на живота върху нашата планета поради автомобилния транспорт, напомня, че опазването на природата е задължение на всички ни, *“в това число и на младото поколение, представители на което сме ние – учениците”*.

Младежката научна сесия е част от дългосрочната програма на СФБ за приобщаване на младите хора към физиката, за изграждане на информирани и висококвалифицирани граждани и за откриване и стимулиране на млади таланти.

Ще завърши с думите на София Гълъбова от 95 СУЧЕМ “Проф. Ив. Шишманов” – Сф., че всички ние *“трябва да имаме активна гражданска позиция”* и с надеждата, че младите хора ще бъдат през целия си живот радатели за запазването на нашия общ дом – Земята за себе си, за бъдещите си деца, за децата на техните деца ..., защото *“Ние не сме наследили Земята от своите родители, а сме я взели назаем от децата си.”* (“Световна стратегия по опазване на природата”) – мисъл, която като червена нишка преминава през повечето от научните разработки на учениците.

Пенка Лазарова

КОНКУРСЪТ МИНА ...ДА ЖИВЕЕ КОНКУРСЪТ!

В брой 2/2002 г. на сп. "Светът на физиката" беше публикувана информация за **конкурса за изработване на демонстрационни и лабораторни уреди и пособия за кабинета по физика**. Идеята на конкурса (който смятаме да превърнем в ежегоден) е следната: от една страна, учениците да се включат активно в "правенето на физика" в своето училище, и, от друга, да обогатим учебното си оборудване по физика. Това дава възможност учениците да усетят тръпката на експерименталната работа, в процеса на която:

- ✓ се налага да се обръща човек много пъти към теорията, за да реши защо пак не сработва добре "нещото";
- ✓ идва моментът на онова "Еврика" - "нещото" работи!
- ✓ трябва да се направят още подобрения в устройството, така че да не работи в режим "ту да, ту не";
- ✓ трябва да се направи достатъчно удобно за демонстрационна или лабораторна работа;
- ✓ накрая да му се оправи и "фасонът" и да се изготви описание.

Удовлетворението от тази работа може да разбере само човек, изпод чиито ръце е излязло нещо. Като добавим и факта, че "нещото", с името на автора му, ще остане за кабинета по физика за много випуски след него, това и възпитава в позабравени неща, като например, че не всичко на този свят човек прави за пари и изобщо за лично благодетелстване.

Представените на конкурса работи бяха много интересни, немалко на брой (21), но от сравнително малко училища, макар че информация за конкурса беше подготвена и раздадена на координаторите по общини за всяко училище в София. Ако до Вас не е достигнала тази информация, можете да я видите в Интернет: <http://galileo.phys.uni-sofia.bg/~scr/demophys>. За информация можете да се обадите и в СФБ-клон София: тел. 6256-440, *e-mail*: sfb@phys.uni-sofia.bg.

Конкурсът се проведе на 29.06. 2002 г. в Политехническият музей. Радващо беше, че още преди официалното му начало, докато участниците се подготвяха, учители проявиха жив интерес към уредите и техните описания. Журито (в състав: Е. Златкова - експерт по физика в РИ; М. Делинешева, В. Бакърджиев и Г. Георгиев - учители по физика съответно в 138 СОУ, Музикалното училище и 21 СОУ) предварително се беше запознало с представените 21 уреда. Окончателно решение за класирането журито взе след демонстрациите на уредите пред публиката от техните автори. За съжаление някои от работите се наложи да бъдат представени от преподаватели по физика от съответните училища (поради отсъствие на авторите), което лиши тези ученици от възможността да бъдат класирани на призови места. Г-жа Е. Златкова раздаде следните награди на СФБ - клон София: Грамота за участие (съответно за класиране) и фирмен

химикал на СФБ - клон София за всеки участник и неговия преподавател по физика; специални предметни награди за класиране на I, II и III място в двете секции:

Секция VI-VIII клас				
Класиране	Ученик	Данни за ученика	Учител по физика	Уред
I място	Виктория Д. Момчилова	6 кл., 16 ОУ	Каменова	Установка за демонстриране температурното разширение на твърди тела
II място	Станислав Р. Цончев	7 кл., 81 СОУ	Св. Панайотова	Хидравлична машина
	Боряна Г. Царянска	7 кл., 81 СОУ		
III място	Владимир С. Петров	8 кл., ТЕА	Р. Лефтерова	Въздушна електроцентрала
Секция IX-XII клас				
I място	Ивайло Й. Илиев	9 кл., ТЕА	Г. Русева	Термодвойка и термобатерия
II място	Константин Д. Дамянов	9 кл., ТЕА	Г. Русева	Уред за демонстриране на резонанс
	Димитър Д. Вълков	9 кл., ТЕА		
III място	Даниел Ст. Валявичарски	9 кл., ТЕА	Г. Русева	Уред за демонстриране на затихващи трептения

За класиралите се в секция IX÷XII клас освен предметните награди имаше и по един годишен абонамент за сп. "Светът на физиката".

Вече са определени **сроковете** за конкурса за следващата учебна година: предаване на материалите: (5÷9).05. 2003 г. в Политехническият музей, ул. "Опълченска" 66; конкурс-демонстрации и награждаване на участниците: 17.05. 2003 г. от 10.⁰⁰ ч. на същото място. Народът ни е казал: Който иска, търси начини; който не иска, търси причини. За всички, търсещи начини да се преборят с апатията на учениците, за всички, нежелаещи да вървят по удобната инерция - уреди няма, затова с тебешира: участвайте в конкурса, предлагайте на учениците си конкретни уреди и пособия, които са Ви необходими, предлагайте им отново и отново. Това е конкурс, в който всички печелят.

И ако нямате ученици-участници, пак заповядайте на конкурса заедно с проявяващи интерес ученици, за да видите и почерпите идеи от предложените уреди.

Г. Русева

ЧЕТВЪРТА КОНФЕРЕНЦИЯ НА ФИЗИЦИТЕ ОТ РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЯ, ОХРИД, 4-5.10.2002 г.

Физиците от нашата съседка – Република Македония – провеждат своите конференции през две години и конференцията през 2002 г. е четвърта след обявяването на независимостта на Република Македония и отделянето на Дружеството на физиците от съответното югославско дружество. Конференциите имат общ характер, но главното внимание е поставено върху преподаването на физиката в средните и висшите училища. На тазгодишната конференция участваха около 70 физици от средните училища и от Университета “Св. Кирил и Методий” – Скопие. По покана на домакините в конференцията участваха трима преподаватели от Физическия факултет на Софийския университет – проф. М. Матеев, проф. Ив. Лалов и доц. В. Голев от катедра “Астрономия”. Участваха също няколко преподаватели от университетите в Белград и Нови Сад и проф. В. Г. Песчанский от Харковския университет.

Програмата на конференцията включваше пленарни и постерни доклади, посветени на проблеми на образованието и на отделни клонове на физиката и две дискусии около кръглата маса. Преподаването на физиката и астрономията се сблъсква с проблеми, аналогични на проблемите пред българското образование. Намаление на броя на учебните часове и на интереса към физиката у големи групи ученици, необходимост от синхронизация в преподаването на природните науки в гимназиите – такива въпроси се разискваха в областта на средното образование. Рязко спадане на броя на кандидат-студентите по физика, необходимост от реформа в учебните планове и програми, въвеждането на кредитната система заради съпоставимостта на образованието по физика със страните от Европейския съюз – така бяха представени и остро дискутирани проблемите на университетското образование. Трудностите пред европейските физици при намаленото финансиране и ограничения обществен интерес към физиката (сравнени с положението отпреди няколко десетилетия) се проектира в България и Македония на фона на сериозни икономически и социални проблеми.

Българските представители изнесоха следните пленарни доклади: проф. М. Матеев – “Новости във физиката на неутриното”, проф. Ив. Лалов – “Моделът на кондензираната материя” и доц. В. Голев – “Предметът астрономия в средните училища в България в рамките на новата образователна реформа” и участваха в дискусиите и в неформалните обсъждания.

Всеобщо бе разбирането, че насоките на реформата в образованието трябва да бъдат в духа на промените, осъществяван в Европейския съюз. Разбира се, в България и в Македония досегашното преподаване се извършва по различни системи. Съответно различни са стъпките и темпът на реформите. Но общият дух на промените предполага колегиално сътрудничество и обсъждане на проблемите и идеите. Именно това разбиране и липсата на сериозна езикова бариера прави необходимо участието на представители на двете страни в конференциите по образованието по физика и в други форуми на физиците, организирани в България и Македония.

Иван Лалов

ЕСФА В СОФИЯ

На 7 и 8 септември в София се състоя заседание на Европейският Комитет за Бъдещи Ускорители ЕСФА. ЕСФА е един от важните европейски комитети, който се занимава с планирането и координирането на дейността на европейските страни в областта на физиката на високите енергии. Тъй като ускорителите на частици са основните изследователски инструменти във физиката на високите енергии, то ЕСФА се занимава най-вече с обединяването на усилията на европейските страни в усъвършенстването на съществуващите големи европейски ускорителни центрове и в създаването на нови такива.

След като през 1999 г. България беше приета за член на Европейския Център за Ядрени Изследвания CERN, тя стана и равноправен член на ЕСФА.

В заседанието на ЕСФА взеха участие видни учени от близо 30 европейски страни, между които генералният директор на германския център за ядрени изследвания DESY проф. А. Вагнер, световноизвестният физик академик Ал. Скрински от Русия и др. От българска страна взеха участие заместник-председателят на Народното събрание акад. Бл. Сендов, заместник-председателят на Българската академия на науките проф. Н. Съботинов и др.

На откритото заседание на ЕСФА бяха изнесени доклади за българското участие в CERN (проф. Й. Стаменов), за теоретическите изследвания в областта на физиката на частиците в България (проф. М. Матеев), за българското участие в експеримента CMS в CERN (ст.н.с. В. Генчев), за българското участие в експериментите на SPS в CERN (доц. Л. Литов), за изследванията по ускорителна физика в България (ст.н.с. Д. Динев), за българското участие в експериментите на ускорителя COSY в FZ – Jülich (ст.н.с. Т. Куцарова), за българското участие в ISOLDE в CERN (доц.Д. Балабански), за радиотерапията в България (ст.н.с. Т. Хаджиева) и др.

На закритото заседание на ЕСФА бяха проведени дискусии по последните резултати, получени в DESY по линейния електронен колайдър TESLA и по лазерите със свободни електрони (проф. А. Вагнер), по инициативата I3 за бъдещ европейски суперколайдър (проф. М. Спиро), по последните развития в CERN и строителството на адронния суперколайдър LHC и др.

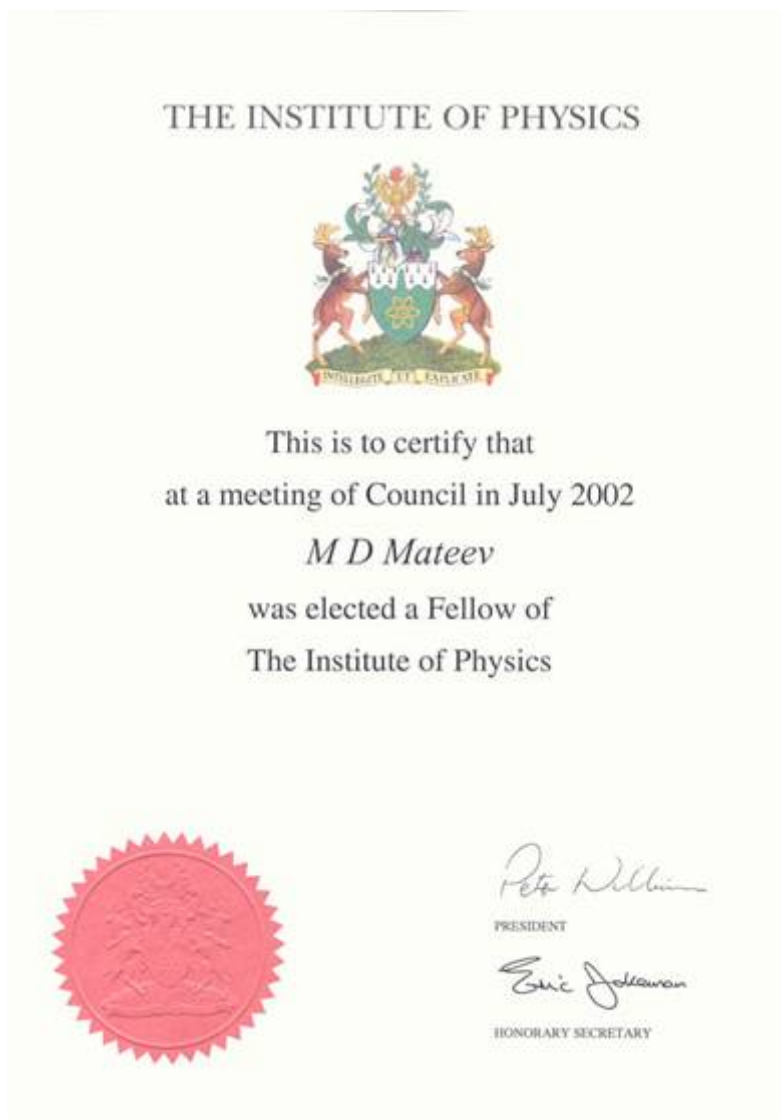
Д. Динев

**Посетете Web - страницата на Съюза на физиците в България
(СФБ):**

<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>

СЪЮЗЪТ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ

ПОЗДРАВЯВА СВОЯ ПРЕДСЕДАТЕЛ С ВИСОКОТО ОТЛИЕЧИЕ!



Бел. ред. Със същата диплома през 1999 г. е отличен и проф. Иван Лалов.

Разгневен колега ни подхвърли с коментар, който не можем да цитираме тук, брой на вестник “Труд” от 6 август 2002 с интервю, отпечатано на стр. 18, в рубриката “Теории”. Явно изтървал нервите си, той настояваше физичната общност у нас да вземе отношение към “явлението”. Редколегията смята, че най-добре е да жертва две страници от списанието и да го отпечата в рубриката “Наука и псевдонаука” (за да не въвеждаме нова рубрика “Лъженаука” или “Дръж ми шапката”), а читателите сами да си направят изводите и определят отношението си. Всеки читател заслужава вестника си, всеки вестник заслужава “академика” си, и всеки академик – теорията си ... И в случая е валидна поговорката “не е виновен онзи, който изяжда зелника, а онзи който му го дава ...”

Редколегията на “Светът на физиката”

ЕНЕРГИЯ ЗА НИЩО



Акад. Божидар Палюшев живее и работи в София и Англия. Завършил е теоретична физика в Букурещ, носител на почетното звание академик на Руската академия на науките, преподава в института за философски изследвания към БАН и чете лекции по физика на науката в Лондонския икономически университет.

Автор е на книгата “Физика на Бога”, излязла в шест тома, преведена на много езици и спечелила златен медал на форума “Световни гении” в Токио. В нея той излага новата теория на торсионните полета, с която обяснява по научен път съществуването на Бога, същността на човешката душа и необятните възможности за борба с рака и други nelечими болести.

С помощта на енергия от чистия физически вакуум може да се произвежда топлина, а скоро ще бъде изобретена и нова световна информационна система, която ще смени Интернет, убеден е акад. Палюшев.

- Г-н Палюшев, какво е това торсионно поле?

- Торсия ще рече завихряне, усукване, въртене на пространството. Явлението ни е познато от материалния свят – представете си например въртенето на течността в чаша с чай, който разбърквате с лъжичка. Или въртенето на Земята около оста ѝ. Теорията на торсионните полета доказва съществуването на нов тип физическо поле, което се поражда от усукването и вихрите на пространството. То е различно от известните ни досега гравитационно, силово, електромагнитно и слабо поле. Торсионното поле не пренася сила и енергия, не руши, то има свойството да пренася информация. Всякаква – от структурата на вселената до биологичните видове.

- Откъде идва тази информация?

- Източникът ѝ е Световното поле на съзнанието. То има качества на човешкото съзнание, но в много по-глобален мащаб. Много екстрасенси, които успяват да проникнат в него, го наричат информационна банка, колективен разум и подсъзнание, вселенски компютър.

- Съществува ли такъв?

- Теолозите го определят като Бог или Светия дух. Теорията за торсионните полета е колективна, до подреждането ѝ стигнахме няколко човека. Започнахме да я изграждаме в средата на последното десетилетие на миналия век и вече е научен факт.

Още Айнщайн е подозирал за съществуването на торсионните полета. Щом завършва своята обща теория на относителността, той започва работа по геометричната теория на електромагнитното взаимодействие, свързвайки го със свойството на

пространството да се усуква. Признава на близките си, че за този труд е хвърлил много повече сили, отколкото за теориите, които го прославят. И е убеден, че един ден това свойство на пространството да се завихря ще се използва от човечеството.

- Каква е ползата от вашата теория?

- Тя се роди в наши среди – Русия, Украйна, България. Синтезът ѝ е събран в книгите ми “Физика на Бога”. От теоретичната разработка до практическото ѝ приложение минаха само година-две. През 1993 г. група учени започнаха да правят топлинни генератори за граждански цели, използвайки технологии, прилагани в руските атомни подводници. Оказва се обаче, че един от генераторите бълва топлина, без да е включен към никакъв източник на енергия. Те установиха, че генераторът е попаднал под въздействието на торсионно поле, получено вследствие на усукване на пространството, и черпи енергия от него.

- Използва ли се за нещо тази енергия?

- Така се стигна до идеята за уникалния торсионен генератор, който може да намери приложение в медицината, енергетиката, екологията, буквално във всички области на живота. През 2000 г. компанията “Деметра-Гея 94” започна производството му. Експериментирахме го у нас в ТЕЦ “Трайчо Костов” и в един троянски завод. Стойността на топлината, получавана с него, е изключително ниска, защото енергията, с която работи, идва от пространството, от физическия вакуум.

- Искате да кажете, че получавате топлина от нищото?

- Самият апарат представлява мощна помпа, която движи водата за отоплителната инсталация. Това е единствената механична енергия, която се изразходва. При движението си водата попада в полето на действие на торсионния генератор, той излъчва торсионна енергия, получена от завихрянето на пространството. Работниците в

троянския завод, където подадохме топлина от нашия генератор, се уплашиха като видяха, че при изключена система ТЕЦ-ът им работи и топли. Спестиха се няколко тона гориво само докато правихме експеримента.

- След като торсионното поле пренася информация, може ли тя да се контролира от човека?

- Характерът на това поле позволява да се фиксира информацията, която носят различни химически вещества. Например антибиотик или друго лекарствено средство. С торсионния генератор можем да приемем информационната картина на антибиотика и да я фиксираме върху решетката на чиста вода. Изпита, тази вода има същия ефект като самото лекарство, без да има нужда то да се пие. Експериментът беше извършен в база в Украйна от руския акад. Сурочински и неговия екип.

- Какво друго може да се “фиксира” върху вода?

- Същият ефект с антибиотика може да се постигне и с допингов препарат. Информацията за него се пренася върху водна решетка, спортистът изпива водата, тестовете показват, че е чист, но спортните му резултати са невероятни. Така могат да се лекуват много болести, включително и рак, левкемия. Засега обаче нещата са на фаза опити, наблюдения. Те са доказали, че когато торсионният генератор облъчва болното тяло, въздейства отбирателно само върху раковите клетки и ги унищожава. Здравите запазва непокътнати. Торсионният генератор има и друго приложение – за бързото стареене на виното. Френски учени вече са правили опити и доказаха, че облъчено с такъв генератор, кабернето остарява за секунди, вместо да отлежава с години.

- Докъде стигнаха опитите ви у нас?

- Идеята ми е да изградим в България научно-изследователски център, в който да привлечем не само учени, но и лекари, екстрасенси, лечители и да разработим приложението на торсионния генератор за лечебни цели.

- Ако това е истина, вие говорите за революция в медицината?

- Разбира се, че за това говоря. Но не само в медицината. Другата област са комуникациите. Представете си какво би станало, ако информацията почне да се пренася по торсионен път. Ще става за секунди, скоростта на предавания сигнал ще е почти безкрайна. Ще отпадне и сегашното централизиране на световната система за информационен обмен. Интернет ще ни изглежда тромав и примитивен и ще остане в историята. Възможно е да се създаде такова устройство, което да извлича база данни от световното информационно поле. Ако се научим да откриваме адресите на отделните информационни блокове, няма да имаме равни на себе си. Много учени вече работят върху такъв проект и съм убеден, че ще изобретят и нов тип компютри. Сегашните ползват база данни, заложен от ограничения по възможности човешки ум, а бъдещите ще разполагат с необятните познания на Световното поле на съзнанието.

- Как екстрасенсите проникват в него?

- В Световното поле на съзнанието съществуват блокове от информация с различен характер, до която обаче стигат само определени хора. Наричат ги ясновидци, екстрасенси, лечители. Те влизат в досег с тези структури и черпят оттам данни.

- Как става това?

- Учените още не могат да обяснят. Такъв феномен беше и Ванга. Тя проникваше до информационната банка и получаваше знания, които предаваше на хората. Според нашата теория прераждане няма, но душа има и тя е торсионното поле на нашето физическо тяло. Като информационна матрица душата се отделя след смъртта,

съхранява натрупания опит през земното битие на човека. Вероятно това се съхранява в Световното поле на съзнанието в някакво латентно състояние. Това е друга форма на съществуване.

- Ще изчезне ли човечеството?

- Каквото и да направим, няма да можем да осъществим собственото си спасение при непрекъснато влошаващите се условия за живот на земята. Те ще станат съвсем неблагоприятни между 2030 и 2100 г. Вероятно човешкият род ще се самоунищожи, но не и без външна намеса.

- Вярвате ли в Бог?

- Религиозен съм и мисля, че в християнството е истинската духовност. Бъдещето на човечеството ще се определя от симбиозата между науката и религията. Бог е мегаинформационна система, която като цяло е непознаваема за науката. В Библията е казано всичко. И то ще стане.

ГЕОРГИ ДИМИТРОВ ЗАРТОВ

(1947 - 2002)

На 26.07.2002 г. след кратко и тежко боледуване почина Георги Димитров Зартов – д-р, ст.н.с. II ст. в Института по физика на твърдото тяло – БАН.

Георги Зартов е роден на 4 август 1947 г. в с. Тетово, Разградска област. Средното си образование завършва през 1965 г. в гр. Русе. През 1970 г. завършва висшето си образование във Физическия факултет на Харковския държавен университет. През периода 1972-75 гг. е редовен аспирант в Харковския държавен университет, катедра “Физична оптика”. Георги Зартов защитава успешно дисертационен труд през 1975 г., след което е назначен на редовно щатно място в ИФТТ-БАН, сектор “Оптика и спектроскопия”. През 1979 - 1980 гг. специализира в областта на проблемите на тънкослойна оптика във ФРГ. От 1987 г. Георги Зартов е ст.н.с II ст.

В трудовата си дейност в ИФТТ-БАН Георги Зартов се утвърди като учен с широки познания в областта на оптиката и материалознанието. Още в началото на научната си кариера той създаде и разви ново за института научно направление – тънкослойна оптика. Като ръководител на това направление от създаването му до този момент той осигури материалната му база и кадровия му потенциал. Понастоящем това направление е едно от най-успешните в рамките както на лаборатория “Оптика и спектроскопия”, така и в рамките на института. Под негово ръководство са защитени немалък брой дисертационни трудове и дипломни работи. Георги Зартов е един от пионерите в изследването на оптичната бистабилност, с което той създаде нова и перспективна изследователска област.

Със смъртта на Георги Зартов научната общност на физиците в България загуби ценен учен и незабравим колега.

Поклон пред светлата му памет!

МАРИН НИКОЛОВ БОНЕВ

(1943 – 2002)

На 8 септември 2002 г. внезапно почина ст.н.с. II ст., д-р Марин Николов Бонев, ръководител на лаборатория “Радиобиология” при ИЯИЯЕ - БАН. Роден в учителско семейство, той завършва през 1961 г. с пълно отличие гимназията в Провадия и през 1968 г. специалността “Атомна физика” на ФФ на СУ. Работи няколко години в ХЕИ – Варна, а през 1970 г. печели конкурс за стажант н.с. в Централната лаборатория по биофизика на БАН. През 1973 г., когато тази лаборатория се премества в ИЯИЯЕ, той е назначен за научен сътрудник. През периода 1984–1989 г. М. Бонев е на специализация в Лабораторията по Ядрени проблеми на ОИЯИ, Дубна, където получава първа премия на ИЯИЯЕ за работата “Изследване на мутагенното действие на йонизиращи лъчения с различни физични характеристики”. С научната степен “кандидат на биологичните науки” е удостоен след защита на дисертация в Киев през 1989 г. След завръщането си в ИЯИЯЕ той е назначен за ръководител на проблемна група “Биологична физика”; хабилитиран е през 1999 г. Д-р Марин Бонев е автор и съавтор на близо 30 публикации в известни наши и чуждестранни научни списания и около 10 доклада на международни конференции, по теми от областта на математичното моделиране на биологични процеси, структура на ДНК, методи за генетичен мониторинг на околната среда и др.

Ще запомним Марин Бонев с верността му към истинската наука, принципни позиции, достойно поведение на честен учен и отговорен гражданин.

Вечна му памет!