

ОХЛАЖДАНЕ НА СНОПОВЕ ЧАСТИЦИ

д-р Д. ДИНЕВ, ст. н. с. в ИЯИЯЕ

1. Необходимост от охлаждане на снопове ускорени частици

Ускорителите, които се използват във физиката на високите енергии за създаването на интензивни снопове от частици, притежаващи голяма кинетична енергия, са циклически ускорители от синхротронен тип. Тези ускорители могат да работят в режим на неподвижна мишена, но по-често се използват в режим на насрещни снопове, т.нар. колайдъри.

В синхротроните ускоряваните частици се движат по траектории близки до една затворена крива, т.нар. затворена или равновесна орбита. Върху тази траектория те се удържат с помощта на напречно магнитно поле. Това магнитно поле се създава от голям брой електромагнити разположени по дължината на равновесната орбита, в които магнитното поле расте синхронно с нарастването на енергията на частиците.

Практически е невъзможно частиците да се инжектират в синхротрона със необходимите големина и посока на скоростта, така че те да се движат точно по равновесната орбита. Нещо повече, протоните и по-тежките йони се създават в плазмената среда на т.нар. йонни източници. В един йонен източник чрез различни механизми се създава достатъчно плътна плазма. Йоните се извличат от тази плазма с помощта на електричното поле, създавано от т.нар. извличащи електроди, на които се подава високо напрежение. Поради топлинното движение в плазмата извлечените йони не се движат по строго успоредни траектории, а имат отклонение в напречно направление. При типична температура на плазмата в източника 400 K и извличащ потенциал 5 kV максималното ъглово отклонение на йоните в напречно направление достига ± 5 mrad.

В синхротроните частиците повишават своята кинетична енергия на малки порции, като на всеки оборот преминават през ускоряващо електрическо поле, създавано върху малък участък от орбитата чрез подаването на високо напрежение на подходящи ускоряващи електроди – дрейфови тръби или обемни резонатори. Докато кинетичната енергия на частиците достигне до максималната за дадения ускорител, те изминават стотици хиляди и даже милиони (в големите ускорители) километри. При това си движение частиците са подложени на многобройни случайни удари с атомите на остатъчния газ във вакуумната камера на ускорителя.

Като резултат на горните две (а и на други) причини частиците в един ускорител извършват освен насочено движение по равновесната орбита и хаотично движение. Това много добре се илюстрира, ако погледнем движението на частиците в съпровождащата снопа координатна система. Това е координатна система, която се движи със скорост равна на средната скорост на частиците и е насочена по равновесната орбита – Рис. 1.

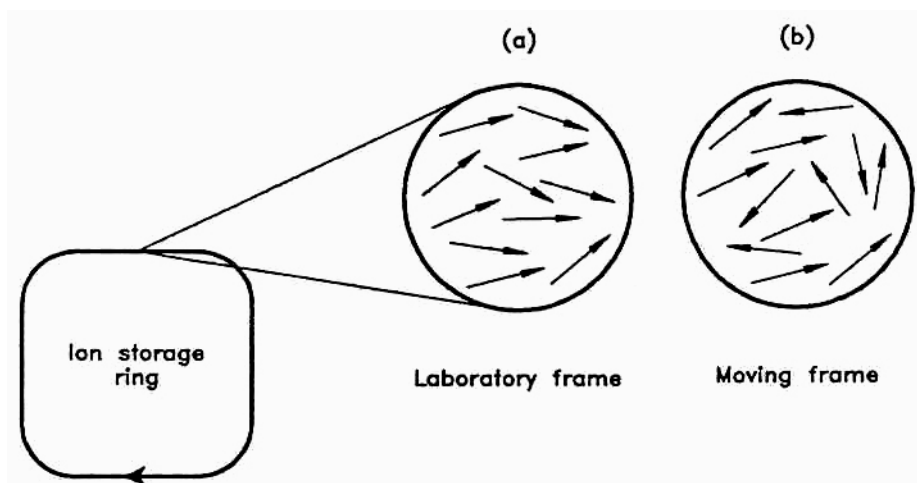


Рис. 1. Ускореният сноп частици в лабораторната и в движещата се координатни системи

Хаотичното движение на частиците в напречно на орбитата направление определя напречния размер на снопа. Хаотичното движение в надлъжно направление определя монохроматичността на снопа частици.

Под охлаждане на сноп частици се разбира намаляването (без загуба на частици) на хаотичното движение на частиците.

Снопът частици в един синхротрон може да се разглежда като плазмен пръстен, въртящ се със средна надлъжна скорост v_0 .

Както беше отбелязано, в движеща се със скорост v_0 координатна система R_0 частиците извършват само хаотично движение. Нека v_i са относителните скорости на йоните, т.е. скоростите им в R_0 . По аналогия с кинетичната теория на газовете може да се въведе сноповата температура чрез известното съотношение между температура и средна кинетична енергия:

$$1,5kT = 0,5m_i\langle v_i^2 \rangle, \quad (1)$$

където k е константа на Болцман.

Цел на всяко охлаждане на снопове е намаляването на сноповата температура.

Върху охлаждането на снопове частици може да се погледне и от друг ъгъл.

Снопът в един ускорител представлява ансамбъл от голям брой частици ($\sim 10^{13}$) и е удобно да се изобразява като точка в известното от статистическата механика фазово пространство. Това е пространство с координати $(x_i, y_i, s_i, p_{xi}, p_{yi}, p_{si})$. Тук x_i, y_i и s_i са координатите на частиците, като s е надлъжна на орбитата координата, а x и y са напречните координати. p_{xi}, p_{yi} и p_{si} са съответните импулси.

В първо приближение може да се пренебрегне взаимодействието между частиците в снопа и да се разглежда само взаимодействието им с външните електромагнитни полета. Освен това приблизително движенията на частиците в напречно и надлъжно направление могат да се разглеждат като несвързани. Тези приближения позволяват да се редуцира огромното по размери фазово пространство на снопа като цяло до три фазови равнини – две напречни и една надлъжна, в които всяка частица се представя със своя изобразяваща точка. Площта, заемана от частиците на снопа във всяка една от тези равнини, се нарича емитанс. Съответно имаме два напречни емитанса - ϵ_x и ϵ_y и един надлъжен емитанс - ϵ_s . Емитансът е основна характеристика на всеки сноп частици.

Съществува пряка връзка между емитанса и сноповата температура. Лесно може да се покаже, че напречната температура на йоните T_x и T_y е пропорционална на

съответните напречни емитанси ε_x и ε_y , т.е. намаляването на напречната температура на йоните означава намаляване на напречните емитанси и обратно. От друга страна надлъжната температура T_s е пропорционална на квадрата на енергетичната нееднородност на снопа $\Delta E/E$ ($\Delta p/p$), т.е. намаляването на енергетичната нееднородност на снопа води до намаляването на надлъжната температура и обратно.

Охлаждането на частици е процес, при който без каквато и да е загуба на частици се намаляват емитансите, т.е. фазовият обем, заема от частиците на снопа, се компресира, а фазовата плътност се повишава.

Като резултат на всяко охлаждане се намалява напречният размер на снопа – Рис. 2 – и се повишава неговата монохроматичност – Рис.3.

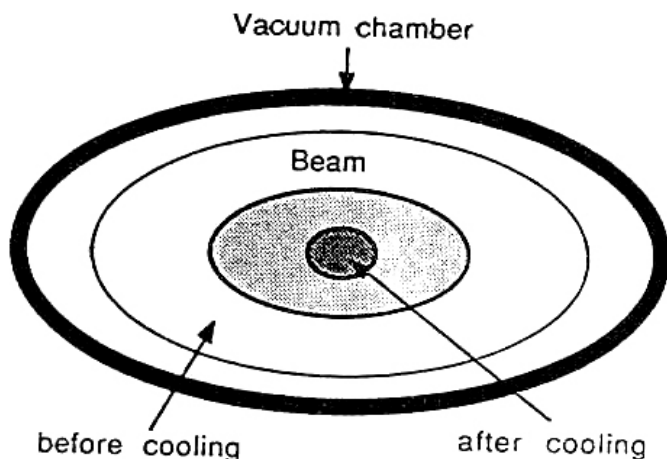


Рис. 2. Охлаждане на сноп частици в напречно направление

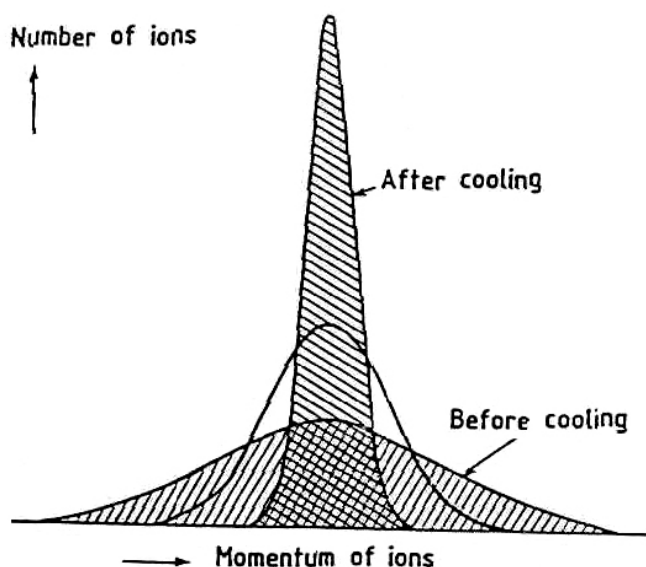


Рис. 3. Охлаждане на сноп частици в надлъжно направление

Ето три причини, които определят изключителната важност на охлаждането на снопове частици.

а) Като намалява напречното сечение и енергетическата нееднородност на снопа частици, охлаждането позволява в ускорителя да се инжектира в продължение на много обороти и с това значително да се повиши интензивността на ускоряваните снопове.

Така например в антипротонния акумулатор на CERN се инжектират $6 \cdot 10^4$ порции, всяка от които съдържа $10^7 \bar{p}$. Те имат напречни емитанси $\varepsilon_x = \varepsilon_y = 100\pi \text{ mm.mrad}$ и нееднородност по енергия $\Delta p/p = 1,5 \%$. След натрупването на антипротони в течение на 48 часа при непрекъснато охлаждане с помощта на т.н. стохастическо охлаждане емитансите са намалени до $\varepsilon_x = \varepsilon_y = 1,0\pi \text{ mm.mrad}$, а енергетичната нееднородност до $\Delta p/p = 0,2 \%$.

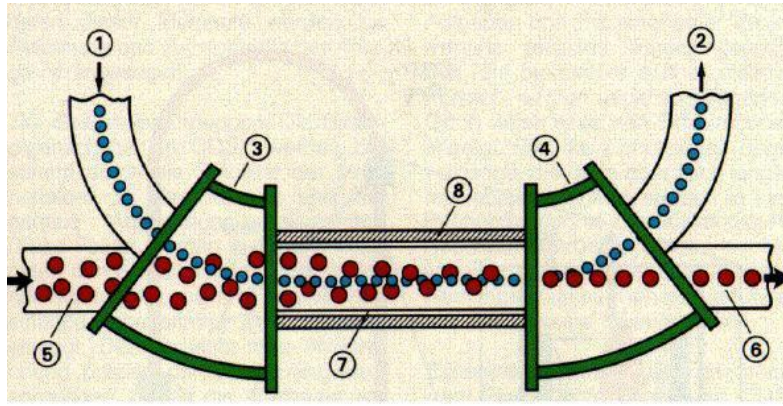
б) Провежданите във физиката на високите енергии експерименти изискват добре колимирани и силно монохроматични снопове частици.

в) В резултат на ударите с атомите на остатъчния газ в ускорителя и/или на взаимодействието на частиците с атомите на тънка вътрешна мишена размерите на снопа започват да нарастват експоненциално и това е свързано със значителни загуби на частици. Охлаждането противодейства на тези нестабилности и значително увеличава времето на живот на частиците в ускорителя.

2. Електронно охлаждане

Методът на електронното охлаждане е предложен от Г. Будкер през 1965 г. в Новосибирск [1]. Идеята е експериментално доказана през 1974 г. в Новосибирск чрез напречно охлаждане на 68 MeV протонен сноп [2] и по-късно е приложено в ICE в CERN за охлаждане на 46 MeV протони и във Fermilab за охлаждане на 200 MeV протони. Във Fermilab освен напречно охлаждане (намаляване на напречния размер на снопа) е постигнато и надлъжно охлаждане, при което енергетичната нееднородност на снопа се намалява 50 пъти за 0,3 s. По-късно електронното охлаждане е приложено успешно в т.нар. охлаждащи пръстени: LEAR в CERN, JUCF в Индиана, TSR в Хайделберг, CELSIUS в Упсала, CRYRING в Стокхолм, COSY в Юлих и ESR в Дармщадт.

Принципът на електронното охлаждане може да се обясни, изхождайки от аналогията с кинетичната теория на газовете – Рис. 4. Йонният сноп (p , $\bar{p}$ или по-тежки йони) се поставя върху къс участък от орбитата на ускорителя в контакт с електронен сноп, движещ се със същата средна скорост. Електронният сноп е силно монохроматичен и колимиран, т.е. електроните са студени. В съпровождащата йоните координатна система имаме двукомпонентна плазма, която не е в топлинно равновесие: йоните са горещи, докато електроните са много студени. Те обменят енергия чрез кулонови взаимодействия, като йоните средно взето губят енергия, а електроните получават енергия. След това сноповете се разделят с помощта на малък електромагнит, който отклонява електронния сноп към колектор, в който те отдават своята енергия за повторно използване. Мощността на електронния сноп е висока, от порядъка на неколкостотин kW. При следващия оборот йоните срещат свежи електрони, които отново са студени и процесът на охлаждане продължава. Така след много обороти йонната температура ще клони към началната електронна температура, която е много ниска.



- 1 - електрони от електронния източник
 2 - електрони отведени към колектора
 3, 4 - отклоняващи магнити
 5 - "горещ" йонен сноп
 6 - "охладен" йонен сноп
 7 - секция на електронно охлаждане

Рис. 4. Принцип на електронното охлаждане на снопове частици

И така в началото на охлаждането йонната температура е много по-висока от електронната, т.е. в движещата се координатна система:

$$\langle v_i^2 \rangle_{\text{init}} > \langle v_e^2 \rangle_{\text{init}} . \quad (2)$$

И за температурите:

$$T_{i, \text{init}} \equiv 0,5M\langle v_i^2 \rangle \gg 0,5m\langle v_e^2 \rangle \equiv T_{e, \text{init}} , \quad (3)$$

където M и m са съответно масите на йона и на електрона.

В края на процеса на охлаждане, т.е. след много обороти, йоните се охлаждат до началната електронна температура:

$$T_{i, \text{fin}} = T_{e, \text{init}} . \quad (4)$$

От (4) за средноквадратичните скорости в движещата се координатна система получаваме:

$$v_{i, \text{fin}}^{\text{RMS}} = \sqrt{\langle v_{i, \text{fin}}^2 \rangle} = \sqrt{\frac{m}{M}} v_{e, \text{init}}^{\text{RMS}} = \frac{1}{43} \sqrt{\frac{1}{A}} v_{e, \text{init}}^{\text{RMS}} , \quad (5)$$

т.е.

$$v_{i, \text{fin}}^{\text{RMS}} \ll v_{i, \text{init}}^{\text{RMS}} . \quad (6)$$

Времето на охлаждане в напречно направление може да се оцени по следната формула:

$$\tau_{\perp} = 2.10^7 \frac{\beta^4 \gamma^5 \theta_{\perp}^3}{\eta m_e} \frac{A}{Z^2} \quad (7)$$

където $\beta = v/c$ и $\gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}$ са релятивистките фактори за йоните, $\theta_{\perp}$ е максималният ъгъл на отклонение в напречно направление, η е отношението на дължината на охлаждащата секция към периметъра на ускорителя, j_e е плътността на електронния сноп и A и Z са атомният номер и зарядността на охлаждащите йони.

Времето на охлаждане в надлъжно направление се дава от формулата:

$$\tau_{\parallel} = 2 \cdot 10^7 \frac{\beta^4 \gamma^5 \left(\frac{\Delta p}{p}\right)^3}{\eta m_e} \frac{A}{Z^2} \quad (8)$$

От (7, 8) се вижда, че времето на охлаждане:

- не зависи от интензитета на йоните и от времевата структура на йонния сноп;
- може да се охлажда както в напречно, така и в надлъжно направление;
- времето на охлаждане е обратнопропорционално на интензитета на електронния сноп;
- времето на охлаждане е обратнопропорционално на дължината на охлаждащата секция;
- времето на охлаждане е пропорционално на A/Z^2 , т.е. благоприятства охлаждането на леки йони с висока зарядност;
- при охлаждането на “горещи” йонни снопове времето на охлаждане е пропорционално на $\beta^4 \gamma^5$, т.е. благоприятства охлаждането на йонни снопове с ниска енергия. При охлаждането на “студени” йонни снопове времето на охлаждане не зависи от енергията на йоните и е пропорционално на електронната температура на степен $3/2$, т.е. необходими са електронни снопове с колкото е възможно по-ниска енергия.

На Рис. 5 е показана историческа снимка на ускорителя НАП-М в Новосибирск, където е осъществен първият експеримент по електронно охлаждане на протонен сноп. Протонният сноп е бил с енергия 65 MeV. За охлаждането му се е използвал електронен сноп с енергия 35 keV, ток 0,8 A и температура 0,2 eV. При тези параметри времето на охлаждане на протоните е било 0,04 s. След охлаждането ъгловата разходимост на протоните се е намалила до $3 \cdot 10^{-5}$ rad при диаметър на снопа 0,50 mm, а относителната енергетическа нееднородност се е намалила до 10^{-6} . При охлаждането плътността на протоните във фазовото пространство се е увеличавала със 7-8 порядъка. При среден вакуум в ускорителя $5 \cdot 10^{-10}$ Torr времето на живот на протонния сноп е достигало 8 часа. Това представлява увеличение от 6 пъти.



Рис. 5. Протонният ускорител НАП - М в Новосибирск, на който е осъществено за първи път електронно охлаждане на снопове частици

На Рис. 6 е показана осцилограма на разпределението на плътността в протонния сноп до и след охлаждането.

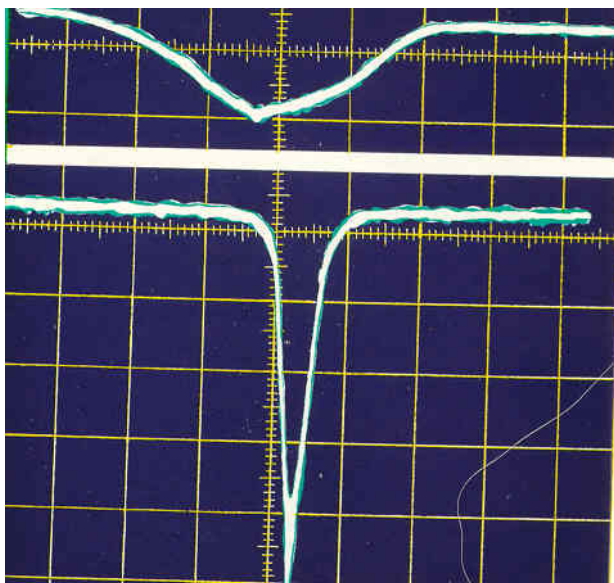


Рис. 6. Разпределение на плътността в протонния сноп до и след охлаждането

Като пример на съвременна реализация на система за електронно охлаждане ще приведем параметрите на системата за електронно охлаждане на синхротрона COSY в Юлих. Електронната пушка има максимално ускоряващо напрежение 100 kV и ток 2,7 A. Охлаждат се протони непосредствено след инжекцията им в ускорителя при импулс 274 MeV/s и/или при междинна енергия 615 MeV/s. Времето на охлаждане е 2 s.

3. Стохастическо охлаждане

За да се увеличи значително полезната енергия, отиваща за възбуждане и създаване на нови частици, във физиката на високите енергии вместо ускорители с неподвижна мишена се използват ускорители с насрещни снопове или колайдъри – Рис. 7. При енергия на протоните в ускорителя SPS в CERN 450 GeV за възбуждане се използват само 29 GeV. Разпространение получиха e^-e^+ и $p\bar{p}$ колайдърите, при които в една и съща магнитна система в противоположни направления се въртят два снопа – един от частици и втори от античастици. Тези два снопа претърпяват насрещни удари в няколко точки от периметъра на ускорителя. Така например $p\bar{p}$ колайдърът $Spp\bar{S}$ на CERN при кинетична енергия на всеки от сноповете 270 GeV, т.е. при енергия в системата на центъра на масите 540 GeV, е еквивалентен на ускорител с фиксирана мишена с енергия 155 TeV.

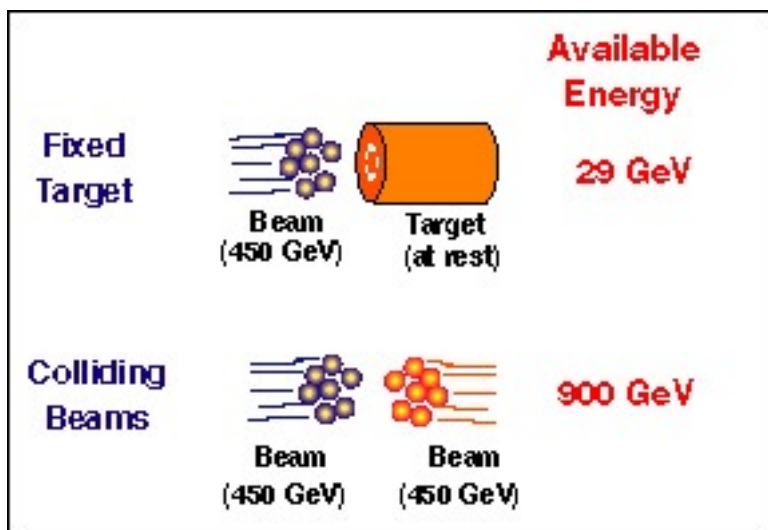


Рис. 7. Принцип на ускорител с насрещни снопове

Тъй като сеченията на интересующите ни процеси са много малки, за да се осигури статистически значим брой събития в един $p\bar{p}$ колайдър трябва да се натрупат протонен и антипротонен снопове с достатъчно висок интензитет. И докато получаването на достатъчно интензивни протонни снопове е технически по-лесно осъществимо, генерирането на интензивни снопове от антипротони е голямо предизвикателство.

Антипротоните се получават при облъчването на мишена от вещество с голяма плътност (волфрам-рениева сплав) с високоенергетични протони. В $p\bar{p}$ колайдъра на CERN Sp $\bar{p}$ S енергията на протоните е 28 GeV и от мишената се отбират антипротони с импулс 3,5 GeV/s. Интензитетът на протонния сноп е 10^{13} протона за импулс, като отделните импулси следват през 2,4 s.

Макар че вероятността за раждането на антипротони от един налитащ протон е относително голяма, ражданите антипротони са разпределени върху много широк интервал от енергии и ъгли. В т.нар. антипротонен акумулатор (АА) се събират антипротони с $\Delta p/p = 1,5\%$ и напречни ъгли до ± 50 mrad (т.е. с напречен емитанс $\varepsilon_x = \varepsilon_y = 100\pi$ mm.mrad). Те заемат почти цялата камера на ускорителя и трябва да се охладят (т.нар. precooling), за да се освободи място за инжектирането на нови порции антипротони.

Вече видяхме, че техниката на електронното охлаждане практически не работи при висока енергия на частиците, понеже води до много големи времена на охлаждане.

За охлаждането на антипротони през 1968 г. от S. Van der Meer (Нобелова награда за 1981 г.) е предложен нов метод на охлаждане – стохастичното охлаждане на снопове – [3, 4]. През 1975 г. в CERN е проведен и първият експеримент по стохастично охлаждане.

С помощта на този метод на охлаждане енергетичната нееднородност на антипротоните в АА се намалява от $\Delta p/p = \pm 1,5\%$ до $\Delta p/p = \pm 0,2\%$, а напречните емитанси от $\varepsilon_x = \varepsilon_y = 100\pi$ mm.mrad до $\varepsilon_x = \varepsilon_y = 1\pi$ mm.mrad.

Това позволява последователното инжектиране и натрупване в АА на голям брой порции антипротони. След натрупване в продължение на два дни в АА се акумулират $3 \cdot 10^{11}$ $\bar{p}$.

След това антипротоните заедно с протоните се инжектират в колайдъра $\text{Sp}\bar{\text{p}}\text{S}$, където се доускоряват и се реализират техните насрещни стълкновения.

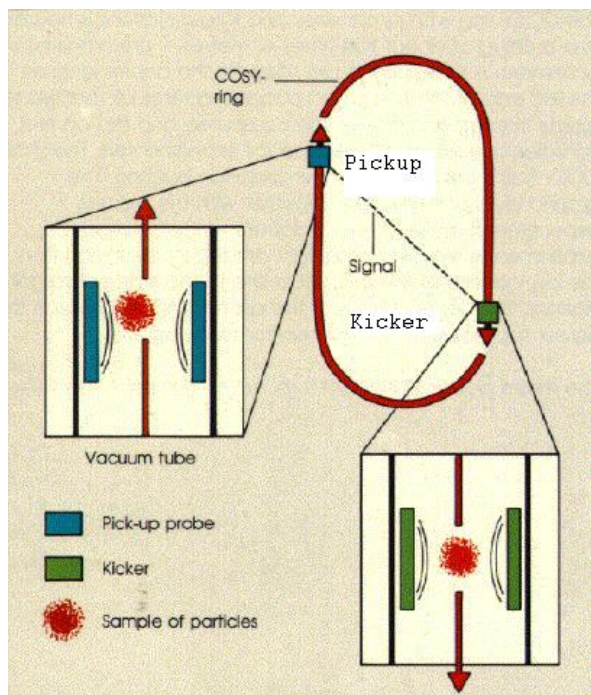


Рис. 8. Принцип на стохастичното охлаждане на снопове частици

Принципът на стохастичното охлаждане – Рис. 8, се състои в следното. Първоначално с помощта на датчици (beam position monitors или pickups) се измерва хаотичното движение в снопа. В напречно направление това става чрез измерване на случайните отклонения на центъра на тежестта на снопа, т.н. Schottky noise. В надлъжно направление се измерва енергетичната нееднородност $\Delta E/E$ ($\Delta p/p$) на снопа (косвено).

След това сигналът от датчика, който е много слаб, тъй като се измерват топлинните шумове в снопа, се усилва от усилвател с много голямо усилване и много широка честотна лента на пропускане. Този сигнал се изпраща напречно на пръстена на ускорителя към коригиращо устройство, наречено кикер (kicker). В кикера с помощта на подходящи електромагнитни полета се демпфира хаотичното движение в снопа.

В един хипотетичен вариант датчикът е способен да измерва отклонението от оста на всяка индивидуална частица. След това полученият δ -образен сигнал се усилва и изпраща към кикера, който коригира това отклонение до нула. Така снопът би се охладил до нулева температура само за един оборот на частиците.

В действителност електронната система пикап – усилвател – кикер има крайна честотна лента W . Следователно (теорема на Nyquist) тази система има крайна разделителна способност по време $\Delta T = 1/2W$, т.е. датчикът “вижда” не отделните частици, а краен отрязък от снопа. При $W = 1 \text{ GHz}$ и общ брой антипротони в акумулатора $N_{\bar{p}} = 10^9$ в един такъв отрязък се съдържат $N_s = 5 \cdot 10^5$ антипротона.

И така всеки антипротон изпраща към кикера сигнал, пропорционален на своето собствено отклонение, т.е. кохерентен сигнал. Кохерентният сигнал предизвиква охлаждащо антипротона действие на кикера. Останалите частици от споменатия отрязък на снопа генерират обаче сигнали, които предизвикват “погрешни” отклонения

в кикера на разглеждания антипротон, т.е. техният общ ефект е загряващ. При подходящ избор на параметрите на системата общият ефект може да бъде охлаждащ.

Показва се, че времето на охлаждане τ се дава от формулата:

$$1/\tau = 2W[2g - g^2(M + U)]/N, \quad (9)$$

където W е ширината на честотната лента на системата пикап – усирвател – кикер, N е общият брой частици в ускорителя, а g е усилването на системата ($g < 1$).

Първият член в (9) е кохерентният член, описващ охлаждането. Вторият член в (9) описва некохерентния ефект, дължащ се на другите частици в споменатия по-горе отрязък на снопа (M) и на топлинния шум в електрониката (U).

При $W = 1$ GHz, $N = 10^9$, $U = 0$ и $M = 1$ (9) дава време на охлаждане $\tau = 1$ s.

Общите изводи от (9) са, че времето на охлаждане при метода на стохастично охлаждане е пропорционално на интензитета на охлаждащия сноп (N) т.е. благоприятстват се снопове с ниски интензитети. Времето на охлаждане също е обратнопропорционално на ширината на честотната лента на пропускане на системата W , като на практика се работи със стойности $W \sim 1$ GHz.

4. Лазерно охлаждане

Методът на лазерното охлаждане на снопове е предложен през 1981 г. от P. J. Chanell [5]. Този метод е приложим само за охлаждането на снопове от йони. Нещо повече, методът поставя изискването използваното в метода възбудено ниво на йона да има малко време на живот. Засега е успешно приложен при снопове от следните йони:

Li_7^+ , Be_9^+ , Mg_{24}^+ , Er_{166}^+ .

Нека разгледаме сноп от Li_7^+ йони. Тези йони имат метастабилно състояние с един електрон в основното (1s) състояние и един електрон в (2s) състояние. Съществува преход с дължина на вълната 5485 Å към състояние с един електрон в (1s) и един електрон в (2p) състояния. Времето на живот на възбуденото състояние е 43 ns.

За източник на интензивно електромагнитно излъчване с дължина на вълната 5485 Å може да се използва непрекъснат багрилен лазер. Много съществено за реализацията на охлаждането е обстоятелството, че този тип лазери са пренастройваеми.

И така, в метода на лазерното охлаждане снопът от ускорени Li_7^+ йони се облъчва с лазерно лъчение – Рис. 9. Понеже йоните са в движение всеки йон “вижда” електромагнитно лъчение с честота ω' изместена спрямо оригиналната честота на лазера ω съгласно ефекта на Доплер:

$$\omega' = \gamma\omega(1 - \beta\cos\theta), \quad (10)$$

където β и γ са релативистките фактори за йона, а θ е ъгълът между посоките на движение на йона и на лазерния лъч.

Онези Li_7^+ йони, за които $\omega' = 5485$ Å, ще поглъщат фотони.

Тъй като фотонът притежава импулс $hq/2\pi$, където q е вълновият вектор, след поглъщането на фотон йонът ще получи откатна скорост:

$$v_r = hq/2\pi M, \quad (11)$$

където M е масата на йона.

След известно време възбуденият йон “изсветва”, като процесът на излъчване е изотропен. Следователно при спонтанното излъчване на фотони средно взето скоростта на йоните няма да се промени.

По този начин при всяка последователност поглъщане–излъчване на фотон средната скорост на йона ще се променя. Разбира се, това изменение е много малко, $\Delta E = 12$ meV

за Li_7^+ йони. Необходим е голям брой поглъщания-излъчвания на фотони за реализирането на забележимо изменение на енергията на йоните.

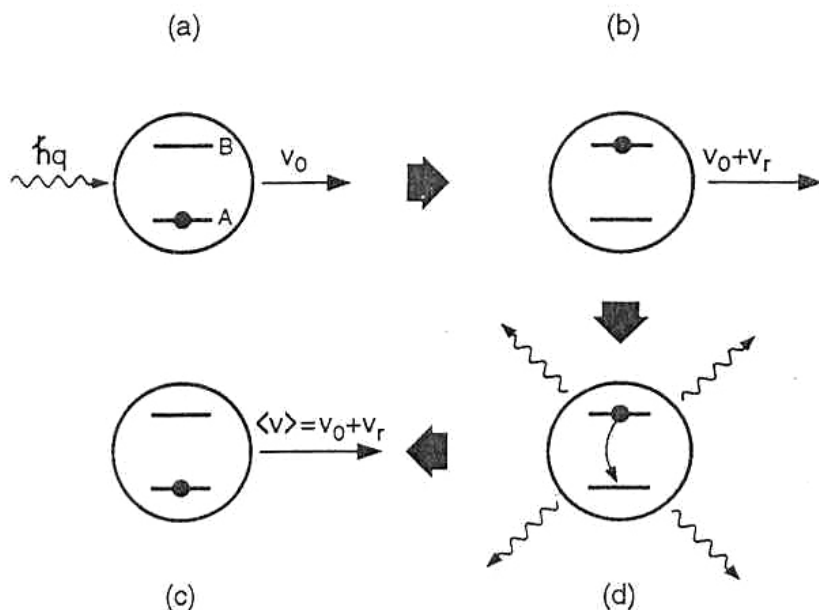


Рис. 9. Принцип на лазерното охлаждане на снопове частици

Ако обаче интензитетът на лазерното лъчение е много голям, започва да се проявява и стимулираното излъчване на фотони. При стимулираното излъчване излъченият фотон е кохерентен с първичното лазерно лъчение и не може да се реализира механизмът на охлаждане. За намаляване на вероятността за стимулирано излъчване е необходимо достатъчно малко време на живот на възбуденото състояние.

На практика лазерното охлаждане се реализира като йонният сноп се сканира от два пренастройваеми лазера, единият насочен по посока на движението на йоните, а вторият - в противоположна посока.

При мощност на лазерното лъчение от няколко mW ще имаме средно 15 цикъла на поглъщане-излъчване на фотони на участък от орбитата на ускорителя с дължина 2 m. Това отговаря на промяна в енергията на йоните с 0,2 eV.

Времето на охлаждане е много малко, няколко μs , а достижимата енергетическа нееднородност на йонния сноп след охлаждането е от порядъка на $\Delta E/E = 10^{-6}$.

Лазерното охлаждане е реализирано в йонните ускорители TSR в Heidelberg и ASTRID в Aarhus за охлаждането на Li_7^+ , Be_9^+ , Mg_{24}^+ , Er_{166}^+ йони [6].

Заклучение

Очевидно един метод за охлаждане на снопове частици трябва да обезпечава малко време на охлаждане и ниска крайна температура на охладения сноп. При охлаждането трябва да отсъстват значителни загуби на частици.

На Рис. 10 е показано развитието на процеса на охлаждане на антипротонен сноп в ускорителя LEAR в CERN.

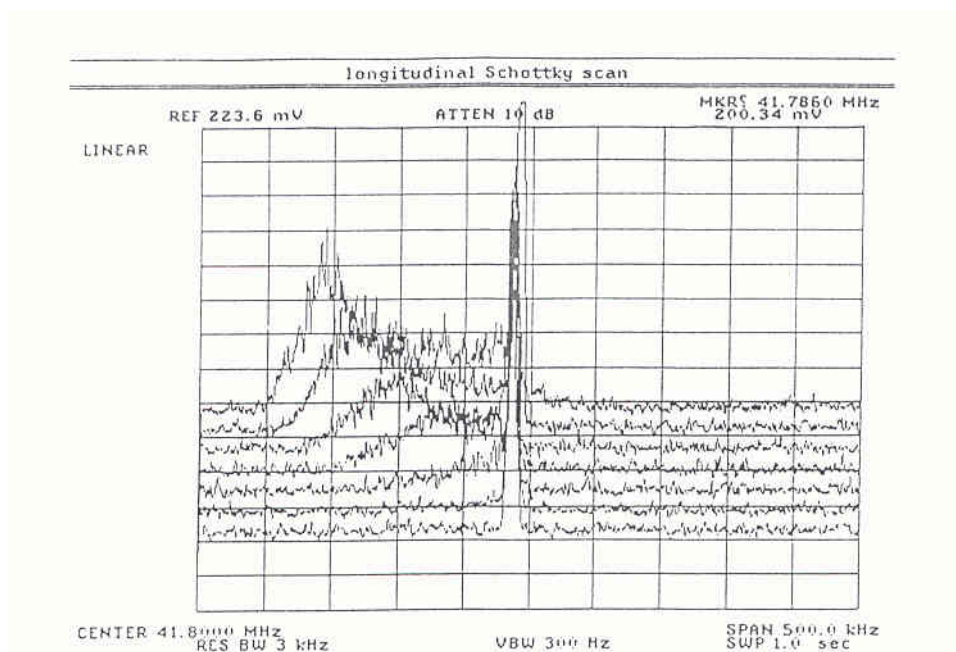


Рис. 10. Развитие на процеса на охлаждане на антипротонен сноп в ускорителя LEAR в CERN. Хоризонталната ос е пропорционална на енергията на частиците, а вертикалната ос – на интензитета

В настоящата статия се спряхме на три метода за охлаждане на снопове от тежки заредени частици – протони, антипротони и тежки йони, получили широко практическо приложение.

Що се отнася до снопове от леки заредени частици – електрони и позитрони, то при тях съществува естествен механизъм на затихване на трептенията. Той е свързан с факта, че всяка ускорено движеща се заредена частица излъчва електромагнитно лъчение, което в случая на движение в напречно магнитно поле се нарича синхротронно лъчение. Мощността на синхротронното лъчение е обратнопропорционална на четвъртата степен на масата на частицата, т.е. радиационното затихване на трептенията е от практическо значение само за снопове от леки заредени частици.

Основните характеристики на методите на охлаждане на снопове от тежки заредени частици са сравнени в Таблица 1. От тази таблица се вижда, че методите на стохастичното и на електронното охлаждане в известен смисъл се допълват взаимно. И двата метода са универсални, т.е. те са приложими за снопове от произволни йони. Докато стохастичното охлаждане работи добре при “горещи” снопове, то електронното охлаждане предпочита “студени” снопове. Благоприятни за стохастично охлаждане са снопове с високи скорости на частиците, докато електронното охлаждане работи добре при ниски скорости на частиците.

Таблица 1. Сравнителна характеристика на методите за охлаждане на снопове от тежки заредени частици

	Стохастично охлаждане	Електронно охлаждане	Лазерно охлаждане
Охлаждани частици	всякакви йони	всякакви йони	${}^7\text{Li}^+$, ${}^9\text{Be}^+$, ${}^{166}\text{Er}^+$

Предпочитана скорост частиците	на	висока	средна	всякаква
Предпочитана температура частиците	на	висока	ниска	ниска
Предпочитан интензитет снопа	на	нисък	всякакъв	всякакъв
Време охлаждане	на	$N \cdot 10^{-8}$ s (N – общ брой частици в снопа)	$1 - 10^{-2}$ s	$10^{-4} - 10^{-5}$ s

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Будкер. Эффективный метод демпфирования колебаний частиц в протонных и антипротонных накопительных кольцах. Атомная Энергия, т. 22, 1967, стр. 346-348.
2. G. I. Budker, N. S. Dikansky, V. I. Kudelainen, I. N. Meshkov, V. V. Parkhomchuk, D. V. Pestrikov, A. N. Skrinsky, B. N. Sukhina. First Experiment on Electron Cooling. IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-22, 1975, pp. 2093-2097.
3. S. Van der Meer. Stochastic Damping of Betatron Oscillations. Preprint CERN / ISRPO 72-31, 1972.
4. D. Mohl, G. Petrucci, L. Thorndal, S. Van Der Meer. Physics and Techniques of Stochastic Cooling. Phys. Rep. v. 58, 1980, pp. 73-119.
5. P. J. Chanell. J. Appl. Phys. v. 52, 1981, p. 3791.
6. S. Schroder et al. Phys. Rev. Lett., v. 64, 1990, p. 2901.
7. S. P. Moller. Cooling Techniques. CERN Accelerator School. Fifth General Accelerator Physics Course, Jyväskylä, Finland, 1994.
8. И. Н. Мешков. Методы охлаждения пучков заряженных частиц. Международная школа молодых ученых. Проблемы ускорения заряженных частиц, Дубна, 2000.
9. V. V. Parkhomchuk. Review of Cooling. Joint US-CERN-Japan-Russia Accelerator School. High Quality Beams. AIP Conf. Proceedings v. 592, 2001.
10. J. Bosser. Electron Cooling. CERN Accelerator School – Fourth Advanced Accelerator Physics Course. Noordwijkerhout, Netherlands, 1991.
11. B. Seligmann. An Introduction to Electron Cooling. CERN Accelerator School. Fourth General Accelerator Physics Course. Julich, Germany, 1991.
12. H. Pot. Electron Cooling. CERN Accelerator School. Advanced Accelerator Physics Course. Oxford, UK, 1985.
13. S. Van der Meer. An introduction to Stochastic Cooling. AIP Conf. Proceedings, v. 153, Physics of Particle Accelerators, 1987.
14. D. Mohl. Stochastic Cooling for Beginners. CERN Accelerators School. Antiprotons for Colliding Beam Facilities. 1983.

БЪДЕЩЕТО НА МАГНЕТИЗМА

Дж. М. Д. Коун*

1. Минало:

Да се опише миналото е по-лесно, отколкото да се предсказва бъдещето. Въпреки че миналото не е задължителен указател за бъдещето, то дава преди всичко насоката как текущите тенденции могат да се екстраполират напред. Анализът на миналото ни подготвя за пробиви и сменени парадигми с непредвидени последици. Кой би предвидил в 1820 г., че случайното откритие на Оерстед на зависимостта между електричеството и магнетизма може да доведе през следващите 80 години до електрификацията на планетата и всеобщото ѝ обграждане с вътрешноконтинентални телеграфни кабели и безжични системи, които да предлагат връзка със скоростта на светлината? Кой можеше да предвиди, че откриването на спина на протона ще доведе до техники извън представите на човешкия разум?

Най-общо историята на магнетизма за трите хиляди години може да бъде разчленена на 7 епохи: древен магнетизъм (до 1500 - ната г.), ранен магнетизъм (1500 – 1820), електромагнетизъм (1820 – 1900), ера на разбирането (1900 – 1935), високочестотен магнетизъм (1935 – 1960), приложения (1960 – 1965) и спинова електроника (след 1965 г.). Епохите са различни по времетраене и характер. Специфичните технологии на магнитен запис могат да се разглеждат като създадени през Електромагнитната ера, макар че принадлежат и към Ерата на приложението, а бъдещето им е в Ерата на спинова електроника. Първият интервал на магнетизма продължава две хилядолетия, докато следващите три се вменят в 100-те години на 20-и век.

Големите постижения за всяка епоха, разгледани по-нататък, са споменати чрез названията на някои ключови особености, предварителни материали и указания за главните пътища и тенденции на изследване. Златната ера за Разбирането (1900 – 1935) представлява върхова точка в историята на магнетизма и може да бъде свързана с годините, когато магнитната технология преминава в ръцете на много (може би прекалено много) хора на Земята чрез методите на глобалната пазарна икономика.

Ръстът на магнитните изследвания през 20-и век е значителен. Конференцията по магнетизъм през 1930 г. е посетена от 35 души, докато участниците във всяка следваща конференция са около 1000.

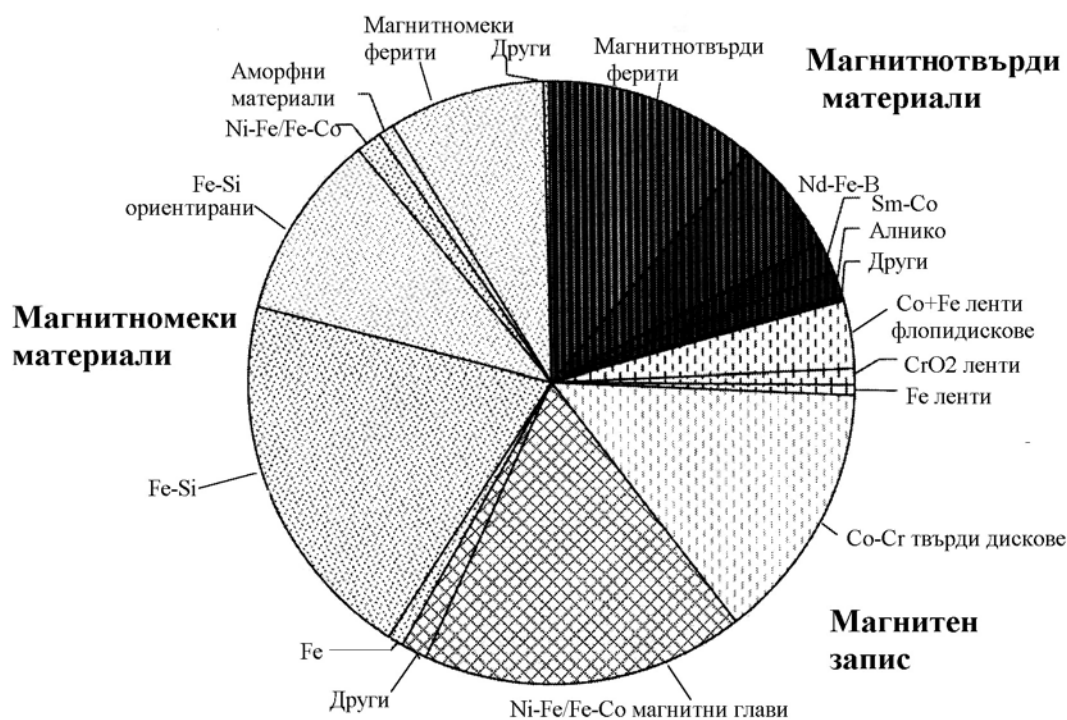
Ерата на Разбирането е свързана с магнетизма на твърдото тяло в областта на релятивисткия квантов механизъм на електрона. Това знание през 1930-те години няма практическо влияние върху развитието на нови приложения, например като запис върху магнитна лента. Детайлната технология има своя логика и собствено време, независимо от основната теория. Не е необходимо фундаментално да се разбират някои неща, за да се върви напред. Обратно, новите теоретични възможности (като спин-поляризиран електрон или тунелиране), могат да генерират и да доведат до създаване и ефективно използване на нови технологии. Стременията за откриване, разбиране и оптимизиране на практичните продукти дава допълнителен стимул за магнитни изследвания. Това се очаква да продължи и за в бъдеще.

Прегледът в развитието на феромагнитните материали показва, че най-значителният напредък през 20-и век е свързан с овладяване на коерцитивността чрез съвместен контрол на магнитокристалната анизотропия и микроструктура. Феромагнити от типа магнитномеки стомани (през 1900 г.) имат константа на анизотропия K_1 , която варира в границите на пет порядъка при различна форма на съответните хистерезисни криви. Все повече магнитни материали се използват за изготвяне на електрически машини и за магнитен запис с висока плътност.

Налице е голям прогрес в развитието на вторичните свойства на феромагнетиците. Магнитострикцията вече се изменя повече или по-малко, независимо от анизотропията в областта от $0 < \lambda < 10^{-3}$. Открити са големи вътрешни и външни (микроструктурно-свързани) магнитосъпротивителни ефекти. Създават се материали и слоеве, които показват значителен магнитооптичен ефект на Кер и Фарадей. Това е време на интензивни изследвания на материали, въпреки че десетилетия наред няма напредък в магнитния запис.

2. Настояще:

Съвременното състояние на магнетизма се определя от пазара на магнитните материали в трите широки области: магнитотвърди, магнитномеки магнетици и материали за магнитен запис. Пазарното разпределение през 1999 г. (с обща стойност около 30 млрд. \$ на година), е дадено на фиг. 1. Годишният пазарен ръст е 10 %. Между 12-те вида най-често използвани материали са сплавите на желязото със силиция, металните стъкла, пермалоят, сплавите на кобалта и на редките земи.



Фиг. 1. Глобален пазар на магнитните материали

Магнитотвърдите и магнитномеките материали са стокови продукти във вид на дългови сегменти или тънки листове за ламиниране. В магнитния запис се използват полутвърди материали като тънки слоеве, които са нанесени върху лента или диск, а магнитномеките материали са във вид на тънки магнитни слоеве, нанесени върху четяща или записваща глави. Стойността се определя от структурата на продукта, а не от самия магнитен материал.

На фиг. 1 са представени сумарно икономическият напредък на магнитните изследвания в съвремението заедно с положените интелектуални усилия, които трудно се класифицират. За разбирането на фазовите превръщания се използват магнитни системи с нисък порядък или безпорядък, метастабилност и размерност. Екстраполацията към скалата на наноразмерния магнетизъм се оказва добро решение и

дава възможност за изясняване на материалната структура на типичните твърди и меки магнетици. Например: (1) Забелязва се голяма разлика в магнитния параметър твърдост k (за Fe и $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ $k = 0,12$ и $1,54$); (2) Електронният спин за материали с наноразмерна дължина (напр. 1 и 5 nm за 3d-ферромагнетици) води до намаляване и увеличаване (т.е. $\downarrow$ и $\uparrow$) на електроните или до твърде голяма дължина за дифузия на спина; (3) Дължината на вълната на Ферми ($\approx 0,5$ nm) също играе определена роля.

Приложението във всяка от трите области е съобразено с цената и техническото изпълнение на материалите. По-голяма част от тях се използват при стайна или по-висока температура. За практиката е важна величината максимална магнитна енергия $(BH)_{\max}$. За магнитнотвърдите материали $(BH)_{\max}$ се удвоява за всеки 12 години през 20-и век. Това се дължи на по-голямото нарастване на коерцитивността на произведените твърди магнетици, отколкото на поляризацията им. За практиката е прието, че е необходимо максималната магнитна енергия (т.е. площта на кривата $(BH)_{\max}$) да удовлетворява условието $(BH)_{\max} \leq (1/4\mu_0)J_s^2$.

Процесът на усъвършенстване на магнитномеките материали е внушителен. Нискочестотните загуби в стоманата за електроустройствата намаляват до стойност, която е нищожна в сравнение със загубите в медта. Статичната магнитна проницаемост се увеличава до огромни стойности в материали с почти нулева анизотропия и почти нулева магнитострикция. Наноструктурната енергетичност на обемен материал достига високи нива при намалена анизотропия в двойни меки наносъстави и при намалена поляризация в твърди наносъстави. Насищане на поляризацията се наблюдава при стъкла в твърди и меки материали. Магнитната проницаемост за честоти в мегахерцовата област навярно ще е обект на бъдещо развитие за записи с висока плътност.

Равнинната плътност на магнитния запис се увеличава през последните няколко години с 60 % годишно поради оптимизация и успешно получаване на тънки слоеве в магнитни глави за четене и миниатюризация на планарния запис при Co – тънкослойна среда. Екстраполирането на настоящата тенденция до 2005 г. ни насочва към стойности до $150 \text{ Gbits}/\mu\text{m}^2$.

Перпендикулярният запис се осъществява чрез монодомени с висока плътност, но тук граничен фактор ще бъде евентуално термичната стабилност.

3. Бъдеще:

И така, какво е бъдещето? Какви нови “ери” на магнетизма предстоят? Какво ще бъде измислено? Магнетизмът ще преживее ли?

От развитието на магнитните материали нека да екстраполираме тенденцията от 20-и век в 21-и век. Основно се очаква ограничаване на поляризацията. Бъдещето на магнитнотвърдите материали зависи от парамагнитната граница и ферромагнитния резонанс. Бъдещето на магнитномеките материали – от магнитния запис и загубите при високите честоти.

Изучаването на нови материали може да се насочи чрез компютърните възможности по два начина. Единият ще е способен да предсказва структурата, стабилността и вътрешните магнитни свойства на нови фази (напр. в силиция) преди да напуснат лабораторията. Магнитните моменти на интерметалните смеси могат да се предсказват до няколко процента чрез използване апроксимация на локалната спинова плътност. Вероятно по-точно ще се изчислява анизотропията с енергия около 10^{-6} от енергията на свързване. От друга страна, компютърно е възможно да се симулира влиянието на микроструктурата или наноструктурата върху външните свойства, като коерцитивност или магнитострикция. Паролите на бъдещето могат да бъдат “пресмятане преди синтезиране” и “симулация преди изпарение”.

Методите на науката за получаване на сложни магнитни материали с включване на експериментална екстраполация на голям брой състави и тестване на техни специфични физични свойства допуска автоматично начертаване на тройните им и четворни фазови диаграми.

Наномасштабният свят е във фокуса на магнетизма от няколко години. Магнитната среда за памет ще стане реална през следващите няколко години чрез включване на интерфейсни изпарени слоеве при оптимизиран спин на кобалт. Чрез изследване минитюаризацията на магнитните цикли ще се стигне до интегриране на магнитната функционалност със силициевата микромеханика (MEMS). Ще отпадне условието за високотемпературен магнетизъм. Ще нарасне използването на операционните миниатюрни устройства при температури около 20 К. Границите за поляризация и минимизиране на суперпарамагнитна частица ще нараснат. Ще се използва свръхпроводимостта.

Когато надеждността и миниатюризацията на криостатите стане реалност, ще се прилага диференциалното развитие в магнитната технология. Ако технологията докаже негодност на някои нива, ще се използва ръчно производство, което би могло да се осъществява вкъщи. Друго приложение в нискотемпературната и наномасштабната области е възможността за превъзможване на честотните ограничения в магнитни устройства чрез квантово тунелиране. Едноелектронният спин на електроните и магнитното квантово пресмятане ще позволи използване на криогенни температури. По-важно е, че магнетизмът ще се стреми да се обедини с неподредените обекти от електрониката, оптиката и биологията в серии от няколко хибридни технологии.

Чрез магнитните полета могат да се изследват процеси и при немагнитни материали, напр. силиций. Магнитните полета позволяват да се контролира хидродинамичният поток и концентрацията на примеси през време на израстване на кристала върху широка силициева основа. Полетата влияят на положението на електроните, а областите им все още не са основно разбрани. Навярно ще се увеличи използването на постоянни магнитни материали в областта на електромагнетизма за получаване на постоянни и променливи полета до около 2 Т.

Когато се опитваме да дадем перспективата или бъдещата парадигма, това може да бъде използвано чрез оглеждане на нещата, които не са разбрани, т.е. онези мистериозни повърхнини, където ефектите са неясни и неточно обяснени. Примери за това са полупроводниците, молекулното поле, модерният магнетизъм. Стотина години изминаха между откритието на Ампер, че постоянният магнит е еквивалентен на намотка, през която протича ток, и обяснението на Бор как токът с постоянна повърхнинна плътност от порядъка на 1 MA/m^2 може да съществува в желязо, без да го разтопи.

Очертават се две интересни области на изследвания:

- 1) влиянието на магнитното поле за образуване на зародиш, когато попадне на немагнитни твърди частици от течност – примерите са отлагане и образуване на парафин в течност;
- 2) способността на магнитното поле да влияе на активността на неутрони.

Изследването на някои от тези свойства може да доведе до ново оценяване на магнетизма и да отвори път към оригинални приложения, които могат да променят представите на научното общество в бъдеще.

Заклучение:

Магнетизмът е фундаментална наука с приложни аспекти, така че е интересно да се определи природата на генерираното познание, за да се използва то и в социалната сфера. Общите усилия на магнитните изследвания и развитие могат само да бъдат

поддържани на критично ниво според обществените и частни вложения в нашата предприемчивост, което може да се промени рязко, както това стана в Институтите на Академиите на науката на предишните социалистически страни. Цената на изследванията за нашето общество е от порядъка на 1 млрд. \$ за година.

Магнитните изследвания се извършват в университети и те ще преуспяват само ако това продължи. Разработката на нови идеи и магнитни свойства трябва да са атрактивни за студентите. Подобрените информационни системи, основани на Интернет, ще пазят учените от информационен взрив и ще намалява вероятността на преоткриване и работа напразно. Близкото бъдеще на магнетизма изглежда превъзходно, а в дългосрочен план то зависи и от това, от което учените ще се изненадат.

Превод (със съкращения): **Мария Вацкичева**

(*Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, **226 - 230** (2001) 2107–2112)

* Департамент по физика, Тринити Колидж, Дъблин, Ирландия

СЪДБАТА НА ВСЕЛЕНАТА

Рафаил Нуделман

Понякога се среща обява “Загубена е теория. Който я е намерил, моля да я върне ...” и т.н. Всъщност аз добре помня как на лекции в университета ни преподаваха теорията за топлинната смърт на Вселената и как нашите лектори по марксизъм-ленинизъм се затрудняваха да втълпят в недоверчивите ни глави, че тази теория не е вярна. За техен лош късмет теорията изглеждаше напълно убедителна. Топлината сама по себе си преминава от нагретите тела към по-малко нагретите, така че температурите им се изравняват – така след време Вселената трябва да претърпи “топлинна смърт”, защото в крайна сметка процесите във Вселената протичат за сметка на разликите в температурите. Например всичко, което става на Земята, включително процесите на живата природа, имат за източник енергията на Слънцето и ако Слънцето и Земята имаха еднаква температура, то между тях никога не би имало никакъв поток на енергия.

Пак повтарям, теорията изглеждаше убедителна, а безпомощните бръщолевения на нашите марксист-ленинисти с нищо не можеше да разколебае нейния авторитет в нашите очи. Те ни говореха, че разсъжденията за разлики в температурите и потоци на енергии са верни само в затворени системи, а понеже Вселената е безкрайна, тя не може да се смята за затворена, а ние ги гледахме от височината на амфитеатралната зала и си мислехме: как ли пък може да не бъде затворена, та нали това е Вселена, т.е. зад нейните предели все едно няма нищо? Най-забавното в цялата история беше, както аз я разбирам днес, пълната безсмисленост на нашето непримиримо противопоставяне: разказното събитие ставаше десетки години след откриването от Едмънд Хъбъл на разширяването на Вселената, което направо зачеркваше споровете за нейната топлинна смърт, понеже разсъжденията, водещи до тази теория са приложими само за равновесно състояние; докато разширяващата се Вселена не е равновесна. Ние обаче затова и не се замисляхме, защото не знаехме, а нашите лектори и не искаха да знаят, защото да натикат разширяването на Вселената, а заедно с нея (неволно) и релативистичната космология на Айнщайн, в марксистката схема на природата беше още по-трудно от наместването в нея на топлинната ѝ смърт.

Но ето че изминаха повече от седемдесет години от откриването на Хъбъл, за топлинната смърт, заплашваща Вселената, забравиха и да си спомнят, но загрижеността за бъдещето на нашата огромна космическа къща както и по-рано не убягва на учените, и те от време на време се връщат към съответните размишления и пресмятания. Животът си тече, откриват се нови факти и закономерности, уточняват се стари представи, и на всеки нов етап се налага да се преразглеждат стари прогнози: онова, което се приемаше за надеждно и вярно вчера, днес съвсем не изглежда така. Както стене поетесата: “Едва вчера в нозете ти лежах...” Именно – вчера.

Разширението, което заплашва Вселената, както и живота на нея, води до много усложнения, и още през 1979 г. забележителният физик Фрийман Дайсън от Института за Върхови изследвания в Принстън (същият институт, където навремето са работили и Айнщайн, и Гьодел) публикува статия, в която за пръв път обърна внимание на тези проблеми. Четири годни след това беше предприет анализ на тези перспективи, а съвсем неотдавна, в края на 1999 г., тези проблеми бяха анализирани на основата на съвременните представи за трети път. Ще се опитам преди всичко да обясня тази периодичност на интереса към тях. Съдбата на разширяващата се Вселена зависи на първо място от това има ли в нея достатъчно маса (създавана от веществото и енергията в нея), за да преодолее инерцията на първоначалния “тласък” (на Големия Взрив, който

преди 14 милиарда години е започнал изведнъж да раздува Вселената във всички посоки). Ако тази маса е достатъчна, то Вселената трябва в края на краищата да спре да се разширява и да започне да се свива към първоначалното си състояние и тогава всичко, което има в нея, ще загине в огнената пещ на “особената точка”, където Вселената отново ще бъде в изходното си положение за новия “цикъл на разширяване и свиване”. Ако пък привличането на масата във Вселената не е достатъчно за спиране на разширяването, то ѝ е съдено да се разширява вечно и тогава сценарият за нейното бъдеще става още по-забавен. Кое може да е забавно: свиването “на всичко” в свръхнагрятата и свръхплътна Точка? Или противоположното – безкрайното разширяване на същото “всичко” в свръхстудено и свръхразредено Нищо?

Авторите на новия анализ на съдбата на Вселената, американските физици Краус и Щарман започват своето изложение като в сериал – с кратък преразказ на предишните събития. В дадения случай те са: в началото, когато Вселената току що се е родила, тя изцяло се е състояла от лъчението, създадено от Големия Взрив. При нейното разширение тя изстива, докато не достигне температури, при които вече могат устойчиво да съществуват частиците на веществото. Този преход е лесен за разбиране. Ако налеем известно количество вода в добре затворена колба и я поставим на огън, то след време цялата вода ще се превърне в пара и не може да съществува в друг вид: даже и някакви молекули да се свържат във водна капка, то собственото движение на тази капка – с чудовищна бързина при тези температури – веднага ще я разкъса и превърне в отделни молекули водна пара. Но с намаляване на температурата в колбата скоростта на движение на молекулите също ще намалее и сред тях могат да се намерят такива, които да се комбинират в устойчиви капки. Разбира се, това е само груба аналогия, във Вселената нещата протичат значително по-сложно, но като цяло резултатът е същият: лъчението започва да изстива (това, което е останало от него, беше неотдавна наблюдавано като т.нар. реликтов или остатъчен радиационен фон във Вселената); появява се веществото; възникват огромни, с космически размери, облаци газообразно вещество; в тях се образуват многочислени центрове на съгъстявания – бъдещите звезди; с времето на местата на тези облаци се появяват първите галактики, а след това и сгъстявания от галактики... И така в края на краищата се е образувала Вселена такава, каквата я знаем днес.

През цялото това време Вселената е продължила да се разширява и изстива. Но ако са верни наблюденията от последните години скоростта на това разширение не само не намалява, но и не остава постоянна, а това означава, че в действие са влезли някакви неизвестни сили, ускоряващи разлитането на галактиките. Според хипотезата на Андреас Албрехт тези сили отразяват въздействието върху нашата Вселена на процеси, протичащи в други пространствени измерения, недостъпни за нашето възприятие. Съществуват и други хипотези по този въпрос, но всички те се свеждат до това, че в нашата Вселена се забелязва някакво скрито енергетично поле, което се проявява като сила, ускоряваща разширяването на Вселената (по аналогия с невидимото “тъмно вещество” тази енергия също се нарича “тъмна”). Това поле е слабо: докато галактиките са били близо една до друга, гравитационното привличане между тях е превъзхождало това слабо отблъскване, но сега, когато разстоянията са станали достатъчно големи и гравитацията съответно е намаляла, тя вече не е в състояние да компенсира “разширеното поле” и започва да преобладава.

За разлика от събитията на Земята, които сме свикнали да оценяваме от гледна точка на това “дали е добре за евреите”*, все пак събитията в космоса е уместно да оценяваме от гледната точка “добре ли е за цялото човечество”. Преди за разширяването на Вселена в такъв контекст не беше мислено. Плътноста на веществото и енергията в

ускорено разширяващата се Вселена ускорено ще намалява: при всяко удвояване на линейните размери плътността на веществото спада осем пъти (защото плътността е обратнопропорционална на обема, а обемът расте като третата степен на линейните размери, т.е. $2^3 = 8$). Енергията пък ще се разрежда още по-бързо, защото освен че енергията на лъчението ще се пада на все по-голям обем, самото лъчение преди “разтягането” на Вселената също ще се “разтяга”: дължините на вълните ще стават по-големи, а честотата (която по закона на Планк определя енергията на вълната) - обратно - ще намалява; като краен резултат, при всяко удвояване на линейните размери плътността на енергията ще намалява 16 пъти. Впрочем ако някой иска да завоюва Вселената, като в победоносния сериал “Звездни войни”, или просто да поживее в нея като обикновен човек, а не като герой, ще трябва да си осигури съответните материални резерви. Но от къде да ги вземе, когато те се разлитат изпод ръцете му във всички посоки, при това със все по-голяма скорост, буквално пред очите му?

Да преведем всичко това на по-строгия език на науката. Скоростта на разширяване на Вселената се определя от скоростта на относителното раздалечаване на далечните галактики помежду им. Тази скорост, както беше показано от Хъбъл, е пропорционална на разстоянията между тях, така че при достигане на определено разстояние тази скорост трябва да надвиши скоростта на светлината. Но законът на Айнщайн (за невъзможността от надвишаване скоростта на светлината) не противоречи на това, защото този закон (на Айнщайн) се отнася за движение на материални тела или информация в пространството, докато в разглеждания случай отдалечаването става за сметка на разширението на самото пространство – защото Вселената се разширява не “в пространството” а “заедно с пространството”. Така че галактиките ще се разлитат и по-нататък, даже по-бързо от светлината, но пак светлината от тях никога няма да достига до другите галактики. Това значи, че с течение на времето от нашето небе ще изчезнат всички галактики, освен най-близките до нас, които влизат в нашето местно сгрупване. Пресмята се, че това ще стане след 2000 милиарда години. Но по-нататък нещата ще тръгнат още по-зле: поради стареенето на Вселената и все по-бързото разпиляване на нейното вещество нови звезди ще се образуват все по-бавно, докато – след около 100 хиляди милиарда години – не изгаснат и последните звезди около нас. Печална гледка! Както е казал поетът: “ако звездите светят, значи са нужни някому”; но кому е нужно те да угасват? Въпреки това природата е пожелала да бъде така, макар и да не разбираме защо.

Разбира се, при по-нататъшното разширяване ще се разпаднат не само галактичните купове, самите галактики и отделните звезди (включително белите, червените и кафяви джуджета, както и неутронните пулсари), но и самите атоми, а накрая – и онези елементарни частици, от които са съставени самите те. В безкрайното бъдеще Вселената ще стане, както и казахме по-горе, безкрайно ледено Нищо. Даже религията не си е мислила за подобен “край на света”...

Споменатите по-горе автори на последния (засега) сценарий за съдбата на Вселената, Краус и Щарман, се интересуват основно от въпроса какво ще стане с човечеството в такава ситуация на “ускорен край”. Този въпрос интересуваше навремето и Дайсън, когато той за пръв път се натъкна на проблема. Оказва се, че той продължава да се вълнува от него и днес - авторите се позовават на преписка с него, в която Дайсън изказва нови идеи, позволяващи според него да се оцелее даже в условия на “ледена смърт на Вселената”. Още навремето загрижените умове са достигнали до мисълта, че за събирането на необходимото вещество и енергия ще успят да “обучат” т.нар. черни дупки, които самата природа е приспособила за тази цел и много успешно се занимават с привличане и поглъщане на обкръжаваща ги материя и понастоящем “ежедневно, ежечасно и в гигантски мащаби”. Обаче когато се изяснява, че Вселената е по-хитра от

нашите скучаещи умници и се разширява ускорено, идеята за използването на “черните дупки” отпада: както пишат тези автори, те са направили съответните пресмятания и се убедили, че “дупката”, която със своята ненаситност би могла успешно да се справи с ускоряващото се разширяване на Вселена, трябва да бъде по голяма от самата Вселена. Което е абсурд и противоречи на самото определение.

Този тъжен извод е подбудил авторите, съвместно с Дайсън, да търсят пътища за съживяване на бъдещите хора в друга посока – преди всичко в съзнателното и преднамерено понижаване на температурата на собствените им тела (както вече казахме, защото, за да черпят енергия от обкръжаващата среда, самите те трябва да бъдат по-студени от нея); след това, когато и това не стига – в замразяване на собствените тела; а на следващия етап – във фантастичния за днешните времена ден – от отказа въобще от тела и предаване на своето съзнание на компютрите; и накрая – в понижаването на температурата на такива “компютеризирани съзнания” почти до абсолютната нула (до нивото на “остатъчното космично излъчване”), за да не губят скъпоценни битове информация, съставлящи съзнанието. Както показва Дайсън, такова понижаване на температурата е възможно и в действителност значително намалява енергията, необходима на “мислещия компютър” за неговото съществуване. Но и тогава Вселената ще продължава да се разширява, а нейният “остатъчен фон” – да изстива. И непременно ще настъпи момент, когато температурата на този фон ще падне под границата, до която практически може да се охладят материалните тела (както установи Хокинг, такъв предел съществува). От този момент нататък охлаждането на компютрите става невъзможно. Но тъй като равнодушната към хората Вселена ще продължава безжалостно да се разширява, то компютрите ще станат вече “по-горещи” от обкръжаващото ги пространство и ще започнат да отдават енергия. А отдавайки енергия, те не ще могат вече да съхраняват затворената в тях разумен “живот”. Но трябва и това да се каже: такъв “живот” вътре в компютрите, никога не може да се измъкне навън!

Необходимо е, обаче, да се успокоим – все пак съществува някакъв шанс нашите далечни потомци да виждат небето и звездите по него. Преди всичко науката напредва с огромни крачки и може утре да открие нещо ново, от което да следва написването на нов сценарий. Но освен това даже сценарият за “ледената смърт на Вселената” да отпадне от дневния ред, нейната реализация е толкова далечна – каквото и да се приказва тази заплаха, надвиснала над нас след сто хиляди милиарди години, може да предизвика само надменна усмивка на физиономията на човек, който живее от заплата до заплата! – и че човечеството (в лицето на учени като Краус, Шарман, Дайсън и други такива) напълно може да си позволи тази игра на въображението, без да участва в нея емоционално.

Друга е работата, когато ти съобщават, както това направи професор Фред Амадс на неотдавнашната конференция на Американската асоциация за развитие на науката, че само след някакви си 7 милиарда години нашето Слънце трябва да избухне като свръхнова звезда, преди да започне да се свива до състояние на джудже, като при това безмилостно погълне и изгори (или първо изгори и после погълне) и нашата Земя и всички останали планети. Тук неволно започваш да се вълнуваш. И съвсем те изваждат от релсите, когато на същата конференция друг професор, метрологът Джеймс Кастинг, изведнъж заявява, че значително по-рано, само след милиард години, а може би само след половин милиард, Слънцето ще стане толкова горещо, че нашите океани ще се изпарят до последна капка и Земята ще се превърне в безводна пустиня. Това вече ще възбуди и развълнува всеки един от нас. Това е вече съвсем друга работа. Само половин милиард години, това е почти утре, а ние имаме още толкова недовършена

работа: и кравата не е издоена, и фишът от тотото не е пуснат... Господи, защо всичко това?!

Превод: **Н. Ахабабян**

“Судьбы Вселенной”, сп. “*Знание-сила*”, апрель, 2001.

* Шовинистичен израз, употребяван в някои среди в Русия.

ФРЕДЕРИК ЖОЛИО-КЮРИ: АНГАЖИРАНИЯТ УЧЕН

Н. Ахабабян

Едно научно откритие не е нито морално, нито аморално;
това, което трябва да се преценява, е използването му.

Лорд Ръдърфорд, 1916 г.



Каква отговорност поема ученият, когато се свързва с една изследователска програма? Докъде се простират неговите отговорности – за това, което прави или за последствията от него, които други ще използват? Доколко той може да влияе върху тях? Тези и много други въпроси, свързани с тях, възникват често пред учените, затънали в своите изследвания, колкото и да се опитват да отпъждат подобни мисли от главите си. Те се поставят с особена острота, когато светът пристъпва в атомната епоха: средствата за разрушаване, предоставени от “научния прогрес” са станали неконтролируеми - поне от самите им създатели. Атомните гъби над Хирошима и Нагасаки хвърлят сянка и върху ценността на науката и моралните качества на учените. Тези въпроси не престават да са актуални и днес, когато човечеството, да се надяваме, преодоляло заплахата от ядрено унищожение, се изправя пред новите предизвикателства на генното инженерство, информационните технологии, екологичните катастрофи и глобализацията.

При това тези проблеми възникват не в една стерилна или неутрална атмосфера, а в определена епоха – в конкретен момент и място, в дадена общественно-историческа ситуация, със своето предопределящо минало и инерционен ход в бъдещето. А самият учен, като нейна елементарна съставна част, е вплетен яко в сложната мрежа на тези връзки и взаимоотношения. И ако в индивидуален план ученият може да полага усилия да се предпази от обвързване и да храни известни илюзии за независимост, в научните колективи, лаборатории, институти или държавни институции, в които е длъжен да участва, той до голяма степен е принуден да слуша и танцува по поръчаната (от други) музика.

И тук вече възникват проблемите на етиката и морала, на изповядваните и прилагани ценности. Наука, политика, морал; интелектуална независимост и обществен ангажиране; гражданска позиция и лоялност... Макар да изглеждат понятия от различни сфери, оказва се, че те са сложно и неразривно свързани, корелиращи и взаимно влияещи си – поне по принципа на допълнителността. Паяжина, в която веднъж попаднал човек трудно може да се измъкне.

Жан Фредерик Жолио е роден на 19 март 1900 г. в Париж в семейството на преуспелия търговец Анри Жолио. Майка му Емили Редерер е от заможено елзаско семейство, свързано с двора на Наполеон III. Фредерик е шестото, най-малко, дете в семейството, и когато се ражда, баща му е на петдесет години, а майка му на четиридесет и девет. Като деца на повечето заможни семейства Фредерик е даден на пълен пансион в лицей Лакарнал, където се проявява повече като футболист, а за учебните предмети отделя само необходимото време, без това да му попречи на успеха, макар и със затруднения в езика, граматиката и краснописа. В къщи се занимава с електротехнически и химически опити, без да прави бели. При първия си опит да постъпи във Висшето училище по физика и химия през 1918 г. се проваля на конкурсния изпит. Успява през следващата година, но пък поради заболяване се записва като студент едва през 1920 г. Заместник-директор на училището е Пол Ланжвен, сам възпитаник на това училище той от 1909 г. заема катедрата по физика, наследявайки я от Пиер Кюри, ръководил на катедрата в продължение на две десетилетия. След третата година, когато Фредерик трябва да избере една от двете специалности - физика или химия - под влияние на Ланжвен той продължава обучението си като физик.

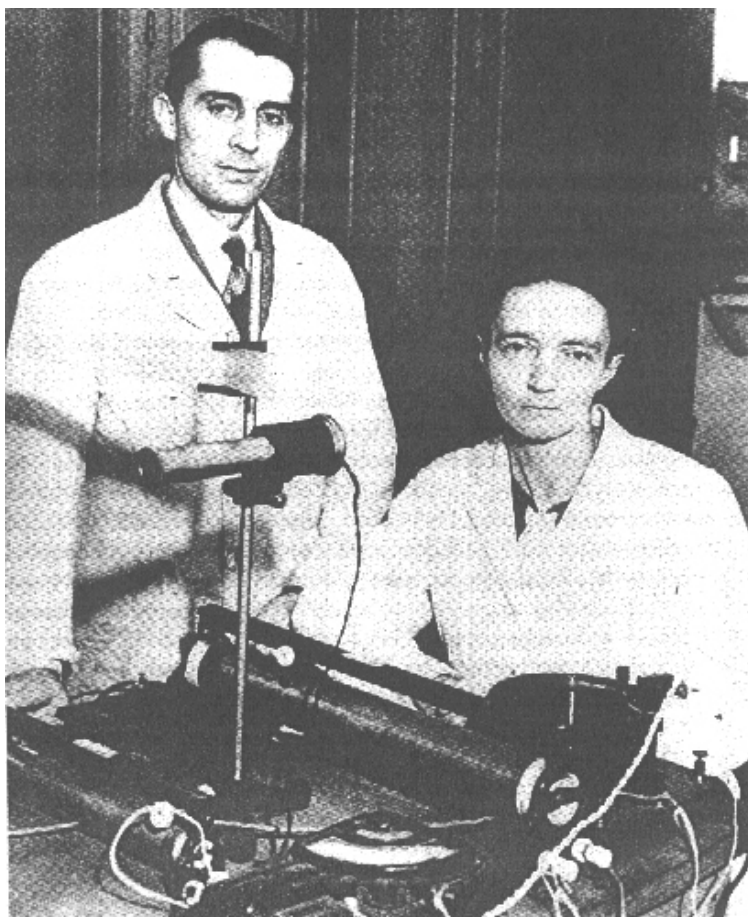
Ако за Франция края на XIX век е времето на възхода на средното образование, то началото на XX век е епохата на разцвета на висшето училище. Парниковата атмосфера на елитарната духовна аристокрация е проветрена и в нея широко навлизат и се утвърждават новите духовни тенденции, свързани тясно със социалните и политически проблеми на времето – реакцията срещу деформираното социално неравенство и несправедливости. Под влияние на провинциалния учител Емил Огюст Шартие (1868 - 1951), известен като Ален, превърнал се в духовен баща на либералната френска интелигенция от първата половина на XX век, професорите – преподаватели по специални дисциплини се превръщат в преподаватели-будители, в учители-мислители с лице към моралните и етични проблеми на съществуването. Пол Ланжвен е един от тях. Влиянието му върху цялата научна и жизнена съдба на Фредерик Жолио е толкова голямо, че трябва да кажем няколко думи за неговия духовен баща (по-късно двата рода ще се сродят: внукът на Ланжвен ще се ожени за Елен, дъщеря на Фредерик и Ирен Кюри).

Пол Ланжвен (1872 - 1946) е от водещите учени на Франция от началото на XX век, с престиж сред европейските физици. След едногодишна специализация при Дж. Дж. Томсън в Кавендишката лаборатория в Англия през 1902 г. защитава дисертация на тема “Изследвания в областта на йонизирани газове” (открива съществуването на йони с маса 1000 пъти по-голяма от масата на обикновените йони. От 1909 г. е професор в Парижкия университет, Колеж дьо Франс и Висшето училище по физика и химия. Приносите му в областта на термодинамиката и статистическа физика (изгражда теорията на диа- и парамагнетизма), ултраакустиката, електродинамиката, електронната и квантова теория, специалната теория на относителността (едновременно с Айнщайн стига до извода за връзката между маса и енергия и въвежда понятието за “дефект на масата”), въвежда кванта на магнитния момент – магнетона и др. Сам син на виден парижки комунар, Пол Ланжвен е от първите изявени и активни европейски леви интелектуалци от първата половина на XX век: участник в делото Драйфус в началото на века, един от организаторите на Амстердамския антифашистки комитет (1932 г.), на Народния фронт във Франция (1935 г.), дружеството “Франция-СССР”. Впрочем, той е член на Академията на Науките на СССР още от 1929 г. През целият си живот Фредерик Жолио се прекланя пред своя учител, възприема неговите морални ценности и обществени ангажменти, отношение към науката и поведение в живота. Влиянието е толкова силно, че той, вероятно несъзнателно, копира отделни

негови жестове и привички, маниер на четене на лекции. След две десетилетия, през 1946 г. Жолио, развълнуван, ще произнесе траурно слово на погребението на своя учител: *“Ако поискам да разкажа за времето, когато почувствах, че целият ми съзнателен живот ще зависи от Вашето благотворно влияние, ще трябва да говоря много дълго, защото аз съм Ви задължен както в областта на знанията, така и в общата култура и поведение”*. Пак под негово влияние са и първите левичарски обществени ангажменти на младия Фредерик в началото на 20-те години, когато победена Франция се тресе от граждански протести и стачки.

След завършване на Висшето училище по физика и химия през есента на 1923 г. и отбиване на шест месечната военна служба като артилерийски офицер, пак Ланжвен е който го препоръчва на великата Мария Кюри, директор на Радиевия институт, помещаващ се на неотдавна прекръстената улица Пиер Кюри в Париж. Ето как описва Жолио Кюри първата си среща с нея: *“И днес виждам пред себе си дребничката със сиви коси и живи очи жена. Бях с военна униформа (на стаж в противогазовата защита) и много смутен. Тя ме изслуша и ме попита: “А можете ли да започнете работа утре?” Оставаха ми още три седмици военна служба. “Нищо, каза тя, ще се обади на вашия полковник”*. И тя назначава младия 25-годишен инженер за свой личен лаборант.

Въпреки личното си обаяние и възпитание, млад и строен, елегантен, изявен спортист, с чувство за хумор и интересен събеседник, водил живот, характерен за наследниците на обезпечената буржоазия, на Жолио не му е лесно да навлезе в сред елитарните възпитаници на парижкия Екол Политехник или Екол Нормал, работещи в първокласните лаборатории на института. Тук той среща и Ирен Кюри, три години по-възрастна от него, вече изявена като изследовател и достойна дъщеря на знаменитите си родители. Близко десет години тя изследва радиохимичните свойства на открития от майка ѝ полоний и защитава докторска дисертация през 1925 г. Но Ирен е със затворен характер, трудно контактна, спокойна и невъзмутима, безхитростна, открита и праволинейна, небрежна в облеклото – типичен “син чорап”, наследила високото чело на баща си и лъчезарния поглед на майка си. Но, по време на разходките в парка Фонтенбло, по време на разговори за физика, изкуство и религия, инженер-лаборантът и дъщерята-асистент разбират, *“че ще им е трудно един без друг. Ние имахме различни характери, но те някак си се допълваха взаимно. А пък за работа и съвместен живот най-сполучливи са браковете не между идентични, а между взаимнодопълващи се характери”* ще изповяда по-късно Фредерик. Те се оженват през октомври 1926 г. и Фредерик приема да носи и нейното фамилно име: Кюри. През следващата година им се ражда дъщерята Елена, а след още пет години синът Пиер.

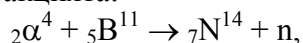


Жолио-Кюри се потапя с целият си ентузиазъм и енергия в работата. През 1927 г. полага изпитите за бакалавърска степен и започва да чете курс по електротехнически измервания в Школата по промишлена електротехника, а в *Comptes Rendus de L'Academie des Sciences (CR)* се появява първата му публикация, свързана със свойствата на наситени разтвори на радиоактивни соли. На тази тема е и защитената през 1930 г. докторска дисертация на Фредерик Жолио-Кюри.

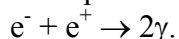
От началото на 1928 г. е и първата им съвместна с Ирен публикация. Тя е свързана с процесите на преминаване на α -частици през различни тънки слоеве вещество. Тези изследвания се основават на майсторството при изготвяне на свръхтънки слоеве вещество, в което се е усъвършенствал Фредерик, и притежаването на колкото се може по-мощни източници на α -частици. Те успяват да получат полониев източник с рекордната за времето си радиоактивност от 200 миликюри. Това са подстъпите, които ще ги изведат и към Нобеловата награда.

През 1930 г. немските физици Боте и Бекер регистрират ново непознато лъчение, възникващо при бомбардиране на леки атомни ядра с α -частици: то преминава без съществено намаляване на потока през дебели (до десетина сантиметра) оловни екрани. Фредерик и Ирен се заемат да изследват това явление. За целта Фредерик построява Уилсънова камера, в която се наблюдават събитията. И това, което те установяват (поставяйки на пътя на новото лъчение тънки екрани от различни вещества) е, че то избива ядра на леките елементи и то със значителна енергия; в камерата се появяват и електрони с висока енергия. Тяхното първо съобщение се появява в *Comptes Rendus* на 18 януари 1932 г., но без убедително обяснение за природата на новото лъчение.

След месец, на 17 февруари същата година, в Кавендишката лаборатория в Англия Джеймс Чадуик, провеждайки аналогични изследвания, по-точно изучавайки реакцията:

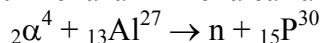


успява да установи истинската природа на новото лъчение и да даде вярното обяснение: става дума за нов вид частица с неутрален електричен заряд, наречена от него “неутрон”. Чадуик установява, че тя е неустойчива и се разпада на протон и електрон; успява да определи и масата ѝ: $m_n = 1,0067 m_p$. През същата “чудодейна 1932 г.” [1] Андерсен, Блекет и Окиалини наблюдават пак в Уилсънова камера “позитроните” – положително заредени електрони. А през 1933 г. Фредерик, заедно с Ж. Тибо, наблюдават в Уилсънова камера както раждането, така и “аниhilацията” на електрон-позитронни двойки:



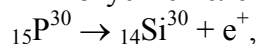
Докладът на Фредерик и Ирен Жолио-Кюри “Проникващо излъчване на атомите под въздействието на α -частици” на Солвеевския конгрес през октомври 1933 г., който се провежда под председателството на Ланжвен и на който присъстват Ръдърфорд, Дирак, Бор, Блекет, Ферми, Паули и д-р Бройл, предизвиква оживени дискусии, но остава без убедителни доводи за наблюдаваното явление. Лизе Майтнер съобщава, че провеждайки подобни изследвания не наблюдава нищо повече от емисия на протони.

Експериментите, поставяни от Фредерик и Ирен Кюри са винаги внимателно и задълбочено обмислени. Той е убеден в истинността на своите резултати, а и умее да форсира успехите си. Продължавайки изследванията, Жолио допълва опитната си установка с нови уреди – йонизационни камери и гайгер-мюлерови броячи. И в един прекрасен ден – в началото на януари 1934 г. (съобщението за този експеримент се появява в *C.R.* с дата 15 януари 1934 г.) - те установяват, че гайгер-мюлеровите броячи продължават да щракат много след като са отстранили полониевия източник: явно, облъчената мишена сама е станала радиоактивна! Те изучават реакцията



и не след дълго опитната Ирен успява да отдели новия, изкуствено създаден радиоактивен елемент – в случая изотоп на фосфора - и да го връчи на майка си. Фредерик описва събитието така: *“Мария Кюри беше свидетел на нашите опити. Никога няма да забравя радостта, изписана на лицето ѝ, когато Ирен ѝ показва първия радиоактивен елемент, запечатан в малка тръбичка. И сега виждам с какво обожание тя взима с обгорените си с радий пръсти тръбичката с изкуствено създадения елемент, наистина с много малка радиоактивност. За да провери истинността на нашето обяснение, тя приближи тръбичката към гайгер-мюлеровия брояч и чу многобройните щракания. Без съмнение това беше последното и голямо удовлетворение, което тя изпита в живота си. След няколко месеца почина от левкемия”*.

Ирен и Фредерик Жолио-Кюри успяват да измерят не само времето на полуразпад на новия изкуствен елемент – около 2,55 мин., но и схемата на разпадането му:



установявайки по този начин и новия процес на позитронна радиоактивност.

През същата година Фредерик Жолио е избран за професор и ръководител на катедрата по физика в Сорбоната, а през ноември 1935 г. на съпрузите Ирен и Фредерик Жолио-Кюри е присъдена Нобеловата награда по химия за “получаване на нови радиоактивни елементи”. Същата година Нобеловата награда по физика е присъдена на Джеймс Чадуик “за откриване на неутрона”. За фамилията Кюри това е третата Нобелова награда – през 1903 г. Мария Кюри, (заедно със съпруга си Пиер) и

Анри Бекерел – по физика “за техните изследвания върху радиоактивните явления”, през 1911 г. пак Мария Кюри – по химия “за заслугите ѝ за напредъка на химията чрез откриването на елементите радий и полоний, изолирането на радия и изучаването на тези забележителни явления”, и сега – 1935 г. дъщеря ѝ Ирен Кюри, заедно със съпруга си.

При Фредерик Жолио-Кюри изследванията са не само прецизно обмислени и задълбочени, но той е успял да погледне и в бъдещето – последствията и отговорностите от провежданите изследвания. Още в нобеловата си лекция през декември 1935 г. в Стокхолм той ще каже: “Ако се вгледаме в миналото и обхванем с поглед напредъка на науката, който се извършва с все по-нарастващи темпове, ние имаме право да мислим, че изследователите, които създават или разрушават елементите по свое желание, ще успеят да достигнат до превръщания, които по пътя на истинска верижна реакция ще имат характер на взрив.

Ако съумеем да осъществим подобни превръщания, то ще успеем да освободим огромни количества енергия, които могат да бъдат използвани. Уви! Верижната реакция ще се разпространи върху всички елементи от нашата планета и ние трябва да предвидим последствията от подобен катаклизъм. Астрономите понякога наблюдават как яркостта на някоя незначителна звезда внезапно започва да се увеличава, тя става видима на небето с невъоръжено око и започва да свети ярко. Такова появяване на нова звезда, такова внезапно увеличаване на нейната енергия, е възможно да е следствие на превръщания, имащи характер на взрив. Безспорно, изследователите ще се опитат да възпроизведат този процес, като се надяваме да вземат предварителни предпазни мерки”.

Семейство Жолио-Кюри е в апогея на жизнената си и творческа траектория. През 1936 г. Ирен е назначена за помощник държавен секретар на Комисията за научни изследвания на Франция, а на следващата година пред Фредерик се отварят вратите на Колеж дьо Франс. Пиер е на 35 години – блестящ и обаятелен. И светлините на прожекторите са фокусирани върху него. Той е в разцвета на силите си, пълен с енергия и проекти. Заедно с М. Фелденкре и А. Лазар той построява в Аркей Кашан ускорител на Ван де Граф за 1 MeV, а след това, в сътрудничество със Савел – в Иври – подобен ускорител за 3 MeV. Тази лаборатория, наречена Лаборатория за атомен синтез, Жолио ще ръководи до края на живота си. През 1938 г. в Колеж дьо Франс той ръководи построяването на първия в Европа циклотрон за 7 MeV. По такъв начин Жолио извежда Франция като първостепенна европейска държава в областта на ядрените изследвания.

През 1935 г. Ферми, бомбардирайки с неутрони най-тежкия от познатите на Земята елементи – урана, успява да създаде нов, още по-тежък и “по-радиоактивен” елемент, наречен от него “трансуранов”. Подобни изследвания правят обаче и Ото Хан, Лизе Майтнер и Ф. Щрастман в Германия и Ирен Жолио-Кюри и Павел Савич в Париж, които обаче достигат до съвършено други неочаквани резултати – получените в резултат на бомбардировката на урана с неутрони нови атомни ядра са много по-леки от урана и имат химическите свойства на редкоземните елементи. До 1939 г. в серия от прецизни измервания Жолио Кюри, заедно с Лев Коварски и Ханс Халбан успяват да измерят не само енергията на “парчетата” на делене на урана, но да достигнат и до извода за възможна верижна реакция – всъщност при деленето на ядрото на урана освен двете “парчета” се получават и няколко свободни неутрона с енергии да предизвикат нови ядрени деления. И френският екип (с присъединилия се към тях Франсис Перен) успява да определи и средния брой на тези “няколко” допълнителни неутрона – 3,5 (известната днес точна стойност е 2,5). Те виждат възможностите за използването на тези ядрени реакции за получаването на ядрена енергия или взривни процеси и ... публикуват резултатите си, въпреки предупредителните писма от

Америка на Лео Сцилард и Виктор Вайскопф. Едва през октомври 1939 г. (Германия вече е прегазила Чехословакия и заедно със СССР е навлязла в Полша) те подават пет заявки за секретни патенти, свързани с *“възможностите за създаване на уранова среда на практически безкраен верижен ядрен процес”*. Така Франция, благодарение на Ирен и Фредерик Жолио-Кюри и техните сътрудници, става първата държава, в която официално се поставя въпросът за възможността за верижна реакция и използването на тези процеси за извличане на енергия от атома. Тя няма научния и технически потенциал за реализиране на тази възможност. А в Европа вече бушува войната и скоро и Франция ще бъде окупирана от германската армия. Тук е мястото да цитираме (и да се присъединим към мнението) на Патрик Блекет – Нобелов лауреат по физика за 1947 г. – *“няма съмнение, че ако не беше войната, първата постоянно протичаща верижна реакция щеше да се осъществи във Франция”*.

Въпреки максималната си ангажираност с научни изследвания, Фредерик Жолио-Кюри, потопен в средите на левите френски интелектуалци, не остава чужд на политическите, икономически и социални вълнения на времето си. През септември 1933 г. той посещава СССР по покана на Академията на Науките. Междувременно широкоразпространеният и проповядван пацифизъм на *“пощаденото поколение”* (от Първата световна война) започва да се изпарява: няма място за илюзии или липса на възприемчивост, когато отвъд Рейн облаците се съгъстват. Когато в началото на следващата година Хитлер идва на власт в Германия, Жолио-Кюри се присъединява към *“Комитета за бдителност и антифашистки действия”*, образуван във Франция около Ален и Ланжвен: проповядваната от германските националсоциалисти расова ненавист и омраза между народите е катастрофа за цивилизована Европа. През 1935 г. Жолио-Кюри постъпва във Френската социалистическа партия, а година след това – в *“Лигата за правата на човека”*. Още от средата на 30-те години френската либерална интелигенция е хипнотизирана от *“философсоциализма”* и омаяна от писанията на *“руските зетьове”* (Ромен Ролан, Анри Барбюс и Луи Арагон, женени за рускини). През 1938 г. той е в състава на група интелектуалци, които протестират пред президента на републиката за прогерманската политика на правителството.



Международните събития се развиват с главоломна бързина и безалтернативно: Европа е пред прага на война. През септември 1933 г. Жолио-Кюри е мобилизиран с чин артилерийски капитан и оглавява “Научно-изследователската група N1”. Задачата е: “продължаване на експерименталните и теоретични изследвания за реализира не верижна реакция”. Групата се насочва към изучаване на свойствата на “тежката вода” като забавител на неутроните - основен елемент за провеждане на верижна реакция. Разбира се, във Франция няма и грам от това вещество, но Жолио-Кюри успява да убеди министерството на въоръженията да закупи от единствените му производители – норвежките заводи в Рjukan – всичките резерви от тежка вода – двайсет и пет бидона – по пет литра всеки, и в най-строга тайна да ги докара във Франция. Успява да достави и известно количество уран от Катанга чрез белгийска компания. Но след пробива на немската армия при Седан, когато окупацията на Франция вече изглежда неизбежна, Жолио е принуден да “евакуира” безценната течност от Париж и да я скрие в сейфовете на банката в Клермон-Фернан, закодирано като “продукта Z”, но скоро са принудени да я пренесат в затвора в Риома и да я заключат в килията за “особено опасни престъпници”. По-късно, с напредването на фронта към Париж, те решават Халбан и Коварски заедно с бидоните тежка вода и документацията по проведените експерименти да заминат за Англия и да ги предоставят на съюзниците. Фредерик и Ирен, въпреки че и на тях им е предложено да емигрират в Англия, остават във Франция.

По време на окупацията на Франция германците, опирайки се своята превъзхождаща мощ, се опитват повече да привличат населението и служители на държавните институции, отколкото да ги конфронтират. Още през юли 1940 г. в Париж пристига отговорникът по научни изследвания на Вермахта генерал Ерих Шуман, физик по образование и нацист по манталитет [2], придружен от физиците В. Боте, В. Гентер и Г.

Дибнер, които посещават Ф. Жолио-Кюри в Колеж дьо Франс и го увещават да остане на поста си като директор с неограничени права, като приеме на работа няколко немски физици и да продължи изследванията си. Живее в разкошната си къща в Антони със семейството си и продължава да заема много официални постове. Това дава основание той да бъде подозрян в “колаборационизъм”. Действително, като оставим настрана явните колаборационисти, в немалка част от населението витае конформистко настроение – от “несъгласно приспособяване” чрез помирение до кариеризъм. Но Жолио-Кюри се свързва с дейци от френското съпротивително движение, най-активни и организирани сред които са комунистите. През пролетта на 1941 г. Жолио-Кюри става член на Националния Фронт на Парижкия университет – за него отказът от участие в Съпротивата е равносителен на предателство. А през есента на 1942 г. той прави следващата, естествена за времето си, крачка – става член на Френската комунистическа партия - съюзът между демократи и комунисти срещу фашистките окупатори е напълно естествен: сега не е време да се прави разлика между фашизъм и комунизъм. Всъщност информацията от Страната на Съветите идва съвсем замъглена и деформирана – и френската демократична общност, макар и обърквана от временния съюз между Хитлер и Сталин, няма алтернатива [3]. *“Аз станах комунист, защото бях патриот”* – ще заяви по-късно той. И ако лабораториите на института не могат да направят атомна бомба, то запалителните бомби, които правят, действат добре срещу немските танкове и складове. Помага на преследвания от нацистите Ланжвен да емигрира в Швейцария, а с настъпването на пролетта на 1944 г. той е принуден сам да излезе от Париж и да изчака въстанието в столицата в нелегалност в околностите на Лион.

“След Окупацията” – така наричат периода след освобождаването на Париж. За мъжественото си поведение по време на окупацията Жолио-Кюри е награден с “Военен Кръст” и е произведен в “Кавалер на Почетния легион”. Още в началото на есента Жолио-Кюри е призван да оглави Националния център за научни изследвания. Основната задача на Центъра е следвоенната реорганизация на научните изследвания във Франция, връщането в лабораториите на “старите пушки” и привличането на младото поколение. Водещ мотив в действията му е възстановяване и обезпечаване на националната независимост на френските научни изследвания. Начинът за постигане на това – развитие и осъвременяване на образованието и свързване на науката с промишлеността на страната. *“Трябва да заявим ясно и открито: ако държавата не полага усилия да предостави на науката достойно място, а на онези, които ѝ служат, необходимото влияние и престиж, то такава страна рано или късно се превръща в колония”* – казва той в една от първите си речи на новия пост.

Междувременно, през август 1945 г. в Хирошима и Нагасаки са взривени първите атомни бомби. През октомври същата година Франция решава да започне свои ядрени изследвания, основавайки Комисариата по атомна енергия, чийто пръв Върховен комисар, по предложение на генерал Дьо Гол, на 3 януари 1946 г. е назначен Фредерик Жолио-Кюри. От Чик-Ривър, Канада, където дотогава работят в английската мисия, се завръщат Коварски и Халбан. В “мозъчния тръст” на Комисариата влизат още Ирен Кюри, Франсис Перен, Бертран Голцмид, Жан Ланжвен и др. Разработеният план за дейност включва следното:

- до края на 1948 г. пускане в действие на ядрен реактор (ZOE) с нулева мощ, изграден на основата на уранов окис и тежка вода;
- до края на 1953 г. изграждането на Национален институт за ядрени изследвания в Сакле, където да бъдат построени два ядрени реактора със средна мощност;
- строителството на ядрена електроцентрала с мощност 100 MeV.

Обаче за изграждането на реактора са необходими както обогатен уран за ядреното гориво, така и тежка вода за забавител, които Франция не притежава, а съюзниците контролират световните запаси на тези материали и не ги предоставят; те не споделят и секретните си изследвания или опита, който имат при построяването на ядрени реактори. Фредерик Жолио-Кюри успява да организира френските геологични институции, които скоро успяват да намерят находища на уранов фосфат на собствена територия (в близост до Ла Крузий) и реорганизира завод (барутните заводи в Буше) за преработване и обогатяване на урана. Пет тона тежка вода успяват да поръчат и доставят от Норвегия. И на 15 декември 1948 г. първият френски ядрен реактор ZOE достига критични параметри и навлиза в управляем режим на работа. Както заявява Жолио-Кюри на пресконференцията: *“използването на работата на реактора ще бъде за създаването на изкуствени радиоактивни елементи, необходими за използването им в съвременната биология и за промишлени цели”*. Още преди това, в Комисариата по Атомна енергия на ООН (юни 1947 г.) Жолио-Кюри заявява: *“Развитието на атомните изследвания във Франция се характеризира с една основна черта: те са насочени изцяло за мирни цели, за допринасяне на полза за човечеството. Поръчано ми е да заявя, че целта на изследванията на френските учени имат изключително мирен характер”*. Но той отива и по-далеч, настоявайки учените и от други страни, занимаващи се с военни ядрени изследвания, да се откажат от тях. А само след една година работа на реактора, от изтегления първи отработен уранов прът, в преработвателните заводи в Буше успяват да извлекат значително количество ... плутоний – веществото, с което е изготвена атомната бомба, взривена над Нагасаки! Междувременно е избрано и мястото за Националния ядрен изследователски център – Сакле, в тогавашните покрайнини на Париж и е започнато строителството на втория атомен реактор и на два ускорителя, както и на лабораторните корпуси на института.

Едновременно с тази си толкова енергична и плодотворна организаторска дейност Жолио, верен на предвоенните си убеждения и военновременната си дейност, разширява и задълбочава обществените си ангажименти и прояви. Всъщност началото е заявената и отстоявана мирна насоченост на френските ядрени изследвания. Впрочем, против използването на атомната бомба за военни цели е и първият призив на група американски учени – Франк, Сцилард, Сиборг, Рабинович и др. още преди неговото първо пробно взривяване през юни 1945 г. в пустинята Аламогордо в Ню-Мексико. Знае се добре драматичната история и перипетиите на привържениците и противниците на тази дилема, разгърнала се отвъд Атлантическия океан след края на Втората световна война – плана Барух за международен контрол на ядреното въоръжаване, доклада на Крамерс за възможност от такъв контрол и отхвърлянето им от Съветския Съюз. В края на август 1949 г. е първият атомен взрив на руснаците, а през януари 1950 г. Труман дава зелена улица и съответно финансиране за създаването на американската водородна бомба. А Съветският Съюз, въпреки опустошителната война, се е изправил на крака, набира скорост и скоро ще догони и изпревари американските ядрени разработки...

Тези проблеми възникват и пред европейските учени, принудени в една или друга степен да се включат във военните ядрени изследвания. По инициатива на английски учени – Джон Бернал, Патрик Блекет, Сесил Пауел и др. в Лондон се свиква и на 21 юли 1946 г. е учредена “Международната федерация на научните работници”. За неин председател е избран Фредерик Жолио-Кюри. В началото на 1948 г. в Париж, пак при неговото активно участие е създадена организацията “Борци за свобода”, която скоро – през август същата година във Вроцлав – прераства в “Движение на привържениците за мир”. След победата на съюзниците във Втората световна война авторитетът на комунистите е нараснал и доминира сред левите интелектуалци в Западна Европа.

Европейският антиамериканизъм подсилва тези настроения. А във Франция заплахата от авторитарна власт запраща левите интелектуалци направо в прегръдките на комунистите. Въпреки че комунизмът е по-стар и по-универсален от изродената си дъщеря – фашизма, близката родствена връзка между фашизъм и комунизъм е размита: докато комунизмът е на класова основа, фашизма е на расова. Да не говорим за по-тънката, но и по-дълбока връзка между тях: комунизмът се представя като екстраполация и завършек на идеите на християнството, докато нацизмът презира тези ценности и се обявява за наследник на езическата мисъл. Не е трудно закърмената с християнска религия западна интелигенция да бъде съблазнена от сирените на комунистическата пропаганда. Тази обстановка, заедно с дивидентите от победата над нацистка Германия, се използва сполучливо от агентите на Коминтерна, внедрявайки във всички възможни западни граждански и обществени движения, да не говорим за “братските комунистически партии”, превърнали се във филиали на ВКП (б), свои агенти, впримчвайки здраво техните ръководства. По това време САЩ по подозрение за антидържавна дейност на комунисти в Държавния департамент са започнали разследвания, по-късно добили известност като “маккартизъм” и “лов на вещици”. Скоро ще се окаже, че това съвсем не са вещици, а реални руски шпиони. През есента на 1948 г. във Фултън Чърчил ще произнесе реч, въвеждайки термина “студена война”. Той говори за “комунистическа пета колона навсякъде по света”. “От Щечин на Балтийско море до Триест на Адриатическо една желязна завеса се спуска през континента”. “Мирът е невъзможен, войната - малко вероятна”, – заключава той. На 20 април 1949 г. в зала Плейел в Париж се провежда първият Световен Конгрес на привържениците на мира, на който Жолио-Кюри е избран за председател. Междувременно Съветският Съюз вече е изпробвал първата си атомна бомба, започнала е Корейската война, Клаус Фукс е направил признания за предаването на секретите за американската атомна бомба на руснаците, започва делото срещу Опенхаймер в САЩ, а в Париж – “делото Кравченко”, в САЩ са арестувани Юлиус и Етел Розенберг, в Париж се появява италианския физик Бруно Понтекорво, възпитаник на Колеж дьо Франс, участник в съюзническите атомни изследвания в Канада, който скоро ще изчезне от хоризонта, за да се появи след време в Съветския Съюз. На поредния конгрес на Френската комунистическа партия в началото на 1950 г. Фредерик Жолио-Кюри заявява: *“Империалистите искат да запалят нова световна война против Съветския Съюз и страните с народна демокрация. Водейки борба против агресивната война, която империалистите готвят, мисля, че учените, които служат на науката и благо на народа, дават прекрасен пример. Това са новите хора, които веднъж вече спасиха света и които представляват нейната жива надежда. Ето защо прогресивните учени, учените-комунисти, никога няма да дадат и зрънце от своите знания в служба против Съветския Съюз. Ние ще стоим твърдо, поддържани от вътрешното убеждение, че постъпвайки така, ние служим на делото на Франция и цялото човечество.”* Свърхангажираният учен, заразен от политическия вирус и въвлечен в дълбоки води, попада във водовъртежите на комунистическите капани. След “конвейера” от митинги в европейските столици, през пролетта на 1950, когато Жолио-Кюри участва в поредния пленум на Комитета на борците за мир в Стокхолм, той е повикан обратно в Париж, където министър-председателят на Франция Жорж Бидо му връчва папката с неговото досие и акта за неговото освобождаване от поста Върховен комисар на Комисариата по Атомна енергия.

След края на Втората световна война, ентусиазирана от победата, френската либерална интелигенция навлиза в нов етап на своето развитие: политическата ангажираност и поемането на отговорност. Глашатаят на ангажираните интелектуалци Жан-Пол Сартър свързва ангажирането със задължителния избор, а избора - с

неотменния дълг. Безразличието се изключва; желанието за неутралитет се възприема като отказ от избор и е осъдително, всъщност задължителният избор няма алтернатива. Това е период на възхода и възторга от псевдорационалния сциентицизъм: култ към науката, наукообразието в постановките и решенията на проблемите, ограниченията на “здравия разум”. Това е и периодът на масово нахлуване на учените и интелектуалците в политическата дейност: за учените лихвата от натрупаното познание е упражняването на интелектуална власт. Омайващата песен на сирените, опияняващото чувство за власт ...

Впрочем, привлекателността на марксистическата идеология се дължи и на нейното самообявяване за “единствена научнообоснована теория за преустройството на обществото”. Фредерик Жолио-Кюри, израснал и възпитан в атмосферата на триумфиращия рационализъм, водещ началото си от френските енциклопедисти Дидро и Декарт, изповядва искрено марксизма. *“Днес с пълна сила и пълнота се проявява огромният прогрес, обусловен от учението на Маркс, който съумя при помощта на научния метод да разкрие най-важните закони за развитието на човешкото общество”*; *“Нашият съвременен рационализъм не е просто обогатяване на миналото. Той се основава на марксизма, учение, създадено от Маркс и Енгелс в епоха, когато работническата класа започва да заема толкова значителното си обществено положение, че става необходимо създаването на собствена идеология”* – това са два цитата от неслучайни негови речи и статии и то съвсем не от младежките му години [4].

Списъкът на научните публикации на Жолио-Кюри, донесли му напълно справедливо Нобелова награда, завършва преди края на войната. Забележителната и плодотворна следвоенна дейност по изграждане на съвременните ядрени изследвания във Франция, възстановяването на престижа на нейните научни изследвания, до ... снемането от поста Върховен комисар на Комисариата по Атомна енергия на Франция. След това – “борбата за мир”... Макар да остава на всички си други длъжности, да чете лекции в Колеж дьо Франс и в Парижкия университет, множеството статии по вестници, доклади на конференции, сказки по радиото и телевизията, основната му дейност, енергия, ангажираност си остават всеотдайното му участие и ръководство на различни “прогресивни” международни организации, които му са поверени. Подписки за мир, против англо-американския империализъм или в защита на Етел и Юлиус Розенберг, против ядреното “превъоръжаване”, разправиите около “апела на Айнщайн-Ръсел”, първия международен медал на “Борците за мир”, връчен му на 4 юли 1951 г. в Кремъл, Пъгуошкото движение на учените, многократни посещения в Съветския Съюз, посрещан подобаващо на ранга му с всички “екстри” и т.н. и т.н. В същото време – началото на 1956 г. докладът на Хрушчов пред XX Конгрес на КПСС, снел идеологическия имунитет на комунизма, края на същата година – кървавите унгарски събития, разкрили империалистическата същност на съветската държава. Голяма част от мислещата европейска левица е разколебана, немалка част от тях скъсват с комунистическите си партии; Жолио-Кюри – не. “Комунизмът е модерна форма на омагьосване” – ще му каже близък приятел. Фредерик Жолио-Кюри си остава верен на своите разбирания за служене на науката и страната си ... [5].

Същевременно, още през 1951 г., френското правителство отпуска 68 милиарда франка на Комисариата по Атомна енергия, вече ръководено от Франсис Перен, да построи два реактора за производство на плутоний, а през 1954 г. министър-председателят на Франция Мендес-Франс дава нареждане за пристъпване към създаването на френска атомна бомба.

На 17 март 1956 г. Ирен Кюри почива от левкемия, болестта, отнесла и майка ѝ. Смъртта на жена му е тежък удар за него, а и здравето му е разклатено – повреден

черен дроб, който отказва да свърже с въздействието на радиоактивното лъчение. Въпреки това Фредерик поема директорския пост на Радиевия институт и лекциите на Ирен в Сорбоната. Поверена му е и лабораторията по ядрени изследвания в новосъздадения научен комплекс в Орсе. Продължава всеотдайно да изпълнява и обществените си ангажименти – срещи с Нобелови лауреати, свързани с каузата за мира, участия в заседания на Световния Съвет на мира. През май 1958 г. при поредното си посещение в Москва той е приет от Хрущов на близо двучасова аудиенция. Една от последните му срещи (юли 1958 г.) е с българския учен и “борец за мир” академик Кирил Братанов – да планират лов на мечки в България през следващото лято ... За съжаление в началото на август Фредерик Жолио-Кюри претърпява инсулт и след кратко подобрение на състоянието му почива на 14 август 1958 г. По нареждане на генерал Де Гол му е устроено национално погребение, ковчегът му е положен между паметниците на Виктор Юго и Луи Пастър в двора на Сорбоната и след многохилядно поклонение е погребан в гробището на родния му квартал Со до гробовете на Пиер и Мария Кюри и на съпругата му [6].

Има личности, чиято съдба като в капка вода отразява цялата епоха, в която е протекъл жизненият им път, защото епохата безусловно слага своя отпечатък върху съдбата на дейните и активни творчески натури – участници в историята със своя избор и отговорности. Ориентацията и стилът на изследвания са белязани не само от характера на учения, но и от особеностите на общността, в която са потопени. Няма по-голяма лъжа от това, че ученият работи сам, уединен със своята фантазия и гений. В нашата съвременност нежеланата интервенция на политическата общност в духовната дейност на индивида и още повече – на колектива – е неминуема. Държавата е институция, която в рамките на дадена общност притежава монопола на узаконеното насилие в това отношение. Има толкова много учени, които, допуснали въвлечането в политиката, са били принудени да толерират мълчаливо една непочтена комедия, която често ги прави участници в една трагедия; други – съпротивлявайки се или попадат в месомелачката на политическата конюнктура, или са изхвърлени извън мантинелата на политическата арена. Интерференцията между научното ангажиране и политическото обвързване е сложна суперпозиция между личната субективна мотивация, основаваща се на експертни оценки и изповядвани духовни ценности и обективната обществена политическа конюнктура и далечни стратегически цели. И ако в личната мотивация погрешни, надценени или необосновано екстремни гледни точки, както и лична засегнатост или честолубие могат да подведат, политическите интереси винаги, когато имат възможност, маскират с “научни аргументи” предварително взети и съвсем по-друг начин обосновани решения. А поставена пред трудно решими дилеми алхимията при вземането на решения нерядко отвежда в чужди води и неконтролируеми ситуации: заблуждаването при избора често е резултат не на интелектуална нечестност или на морална аморфия, а може да се основава и на съблазняването от властта, съвсем естествена човешка слабост, или късогледство на учения – експерт в ирационалното политическо пространство. В действителност не може даден индивид да бъде в едно и също време човек на действието и човек на науката, без да посегне на достойнствата на някоя от двете професии, всъщност – без да ошети призванието си и в двете едновременно. Да влезеш в политиката означава да участваш в конфликти, които се решават със сила. Човек на действието е онзи, който в определени и неповторим конюнктурен момент в зависимост от своите ценности, избирайки нов факт, попада в нееластичната мрежа на детерминизма със всички последващи действия от това. Патетиката на действието е свързана с антитезата на двата морала – тази на отговорността и на убежденията: или се подчиняваш на убежденията си, без да се

интересуваш от последствията на действията си, или поемаш отговорности за актове, които пряко не са били желани. Говори се за “синдрома на пълзящата ангажираност” (creeping advocacy syndrome): пристъпването в мочурливата почва на политическите решения е опасно и често завлича на дълбоко. За съжаление това често отвежда учения в сложни, бурни и объркани ситуации, подложен на морален тормоз, измъчван от вътрешни угризения на съвестта, нерядко пренесен в жертва – даже да не говорим за извратената форма на ангажираност – шпионските действия.

Освен това авторитетът на “научната” обосновка, даже в политиката, съвсем не е за пренебрегване: доверието към учените при оформяване на общественото мнение е голямо. И затова съвсем естествен е стремежът на политиците да обвържат и използват този кредит. Въпреки че в политиката са валидни съвсем други ценности и “правила на играта” – в науката се борава с твърдо установени и проверени факти, докато в политиката с хипотези, условни вероятности и несигурни предположения. Нещо повече – учените винаги говорят от името на цялата научна общност, без да имат някакво право на това. И това поражда сериозни конфликти в научните общности, които впрочем съвсем не са хомогенни, а съставни от индивидуалности и ярки личности. Едните не приемат аргументите на другите, а пък и двете пренебрегват или омаловажават неудобните им аргументи. Затова превръщането на учените-експерти в борци за идеи, поставянето им *pro* или *contra* на някаква политическа цел е пълно с рискове – както за личния научен авторитет, така и за каузата. Случаят с “учените – борци за мир” и по-голямата част от учените, които с убеждение продължават изследванията си в полза на “империализма” и “световната гибел”, е ярка илюстрация на това. Впрочем Съветският Съюз, развявайки “знамето на мира”, успява да застигне и изпревари ядреното въоръжаване на проклинатите “империалисти”...

Така, това което казва – и е вярно – сър Ърнест Ръдърфорд в началото на века, цитирано като мотото на настоящото есе, става нереалистично и неприложимо още в средата на същото столетие. Явно научното изследване и моралното ангажиране с последствията му са неразделими и неизбежни. Разбира се, става дума за истински, стойностни изследвания и отговорни морални и духовни ангажименти...

Случаят с Фредерик Жолио-Кюри е ярък пример за такава съзнателно избрана съдба, наречена ангажираност. Не може без нея, но с всички последствия от това. А може би мястото на пълноценния човек е именно в съзнателния избор и ангажирана дейност с поемането на отговорностите, пред които е изправен? Всъщност всяко пълноценно съществуване и реализиране е избор и ангажиране и той съдържа определено количество “не” и определено – “да”. И ако повечето са “не”, отколкото “да”, човек е осъден да има повече врагове, отколкото приятели. Ако повечето са “да”, сигурно “успехите” и “напредъкът” в обществото ще са по-осезателни, но е осъден на проблематичните оценки на историята... Но, ако е имал далновидността и шанса да заеме вярната, потвърдена по-късно от историята позиция, той може да се превърне в морален еталон на епохата.

Големият английски философ Карл Попър ще каже: “*Колкото и неопределено (т.е. отговорно) да е, или може би тъкмо поради това, бъдещето зависи от всички нас и се оформя от действията на всички ни. Тези действия – днес, утре, в друг ден – зависят на свой ред от нашите мисли и желания, надежди и страхове. Или друго яче казано, бъдещето зависи от нашето виждане за света и оценката, която правим за предлаганите от него широко отворени възможности.*”

Кое то ще рече, че отговорността, която носим, е огромна... Но тя нараства още повече с разбирането, че нашите знания са нищожни в сравнение с необходимите за взимане на правилни решения. Така постепенно стигаме до извода, че знаем много малко или почти нищо. И въпреки това, изборът е неизбежен”.

Бележки

[1] Вж. *“Светът на физиката”*, кн. 1, 2000, стр. 36.

[2] Вж. *“Светът на физиката”*, кн. 1, 1993, стр. 31.

[3] Заедно с потока към членуване във ФКП, голям е броят и на т.нар. “спътници”, повече или по-малко близки до комунистите, които извървяват с тях своя път, водени от най-разнообразни мотиви. Очите на много от тях постепенно ще се отворят за реалността на тоталитарната власт и съзнателното подчинение на ФКП на заповедите на Москва. Някои обаче така и не проглеждат ...

[4] “Идеологическите формулировки завладяват и големия ум и глупака, насочват действията и на страхливеца, и на смелия” – заявява Жан-Франсоа Ревел (“Крайт на века на сенките”) по друг повод.

[5] “Разкритията на Хрущов през февруари 1956 г. не разколебават някои убедени комунисти на запад, но предизвикват у тях безпокойство за онези, чиято вяра още не е укрепнала. След публикуването на секретния доклад на Хрущов проф. Жолио-Кюри моли Еренбург да бъде предпазлив, когато говори за това най-вече пред децата му. Разкритията на Хрущов според него притеснявали силно комунистите. Лично той знаел за доста много допуснати слабости и грешки, дори за извършени престъпления, но разбирал също така, че радикалните промени в цялата структура на държавата и обществото са съпроводени с трудности и лични страдания. Такива неприятности можели да се случат във всяка страна и него лично го притеснявало, но неприятните факти могат да окажат изключително нежелателно влияние върху онези, които знаят по-малко. Затова той искал, когато Еренбург говори за Съветския Съюз, да подбира по-скоро положителните, отколкото отрицателните събития.

Това е по всяка вероятност рационалното поведение на комуниста. Може със снизхождение да се приеме, че големият физик всъщност не е погледнал фактите в лицето и е продължил да смята страданията за неизбежни. Така или иначе неговият, както и останалите случаи, са само подбрани щрихи от пъстрата картина на безчовечност и самоизмама, към които новите поколения могат най-сетне да се отнесат с необходимата сериозност.”

Из *“Големият Терор”*, Роберт Конкуист, Изд-во “Прозорец”, София, 2000.

[6] (...) засенчил със жизнената си слава лика и приносите на съпругата си Ирен, както впрочем и славата на Мария Кюри засенчва безспорните научни приноси и заслуги на съпруга си Пиер...

ЗА ЗАКОНИТЕ НА МОРАЛА И НА ЧЕСТТА В НАУКАТА

Светослав Рашев

Мога да се противопоставя на всичко,

с изключение на изкушението.

Оскар Уайлд

Целта на настоящия текст е да запознаем читателя с два твърде нашумели напоследък случая от световната научна практика: на злоупотреби със свещената неприкосновеност и автентичност на научната информация (истина) и с доверието на научната общност. За съжаление, и двата случая са от областта на физиката. Нашият разказ се базира изцяло на материали, публикувани в американския печат [1] (повечето от които любезно предоставени ни от колеги), които ние само сме превели на български език и сме подредили по подходящ начин. Все пак в началото сме си позволили да изкажем някои кратки уводни собствени мисли по този повод, с надеждата, че може би ще са интересни за читателя.

Научните занимания са представлявали винаги една специфична област, заемаща особено място сред обичайните човешки дейности. Тази област е твърде различна от материалистичните професии, с които се занимава огромното мнозинство от хората – бизнес (в най-общ смисъл) или война, и попада в духовната сфера. Все пак науката е определено различна от изкуствата, които също принадлежат към духовната сфера, по това, че по дефиниция е чужда (или би трябвало да е чужда) на всякакви емоции, които от своя страна са в основата на всяко изкуство. Призиванието на учените е да разкриват и обясняват устройството на материалния свят или на човешкото общество, което е една насъщна потребност на човека, не по-маловажна от тази, която задоволява изкуството. Но науката далеч не е чисто идеалистична и духовна дейност, тя оказва силно въздействие върху обществения живот. Още от древността хората са разбрали, че притежаването на определени познания е огромно предимство, което може да се използва за получаване на материални придобивки и власт над другите хора. Затова изявените учени са се ползвали с изключителен авторитет в обществото, макар че той често не е бил подплатен с добро материално положение. През 20-ти век обаче, когато средствата за производство се усъвършенстваха в огромна степен и обществото показваше все по-ясно изразен консуматорски характер, ролята на науката придоби огромно значение като непосредствена производителна и технологична сила, която освен това стои в основата на военната мощ, с която разполагат отделните държави. Очевидно при такова развитие на нещата, ролята на учените в обществото нараства неимоверно, а това неминуемо води до повишаване на техния материален статус. Учените вече далеч не са онези бедни чудаци, които се вълнуват само от разкриване на природните тайни, а не от материални придобивки за себе си, или пък богати благородници, които използват собствените си средства за провеждане на научни експерименти. Сега учените имат едно добро материално положение, особено тези, които работят в изследователските центрове на големи концерни. В съвременното общество материалните стимули са важен фактор за качеството и количеството на извършената научна работа (т.нар. научна продукция). Но, разбира се, завоюването на обществено признание и авторитет (влияние) също са от огромно значение за мотивацията на учения. Честолюбието е не по-маловажен движещ фактор за учения от стремежа към материални придобивки. Ето какво казва в едно свое неотдавнашно

интервю професор Минко Балкански: *“Един професор не може да бъде много богат, но той може да бъде изключително влиятелен в обществото”*.

В дългата история на науката са известни много случаи на поведение, несъвместимо с нормите и идеалистичните цели на научното познание. Може би един от най-впечатляващите случаи, останали в историята, е така нареченият Пилтдаунски човек [2]. През 1912 г. английският палеонтолог Чарлз Доусън съобщава, че при своите разкопки в Пилтдаун, Съсекс, е намерил останки от търсеното по цял свят “липсващо звено” между маймуната и човека. Находката обаче предизвиква много научни спорове, тъй като е с череп на човек и челюст на маймуна, което противоречи на очакванията на еволюционната теория. Едва през 1949 г., с помощта на флуорен анализ се установява със сигурност, че черепът е на съвременен човек, а челюстта - на съвременна маймуна от остров Ява или Суматра, вместо датираният при намирането им милион години, и че находката е изфабрикувана а после “открита” от един болезнено амбициозен човек. Неволен съучастник в тази измама става световно-известният учен Артър Уудуърд, който в желанието си да стане съпричастен към такова “велико” откритие, не обръща необходимото внимание на многобройните съмнителни факти. Както ще видим по-долу, двата случая, описани в тази статия, съдържат много общи черти с този, което показва, че едни и същи грешки продължават да се повтарят.

Едни от случаите на научни измами, известни в историята, са резултат на прекомерна амбиция, други – на самонадеяност и надценяване на собствените сили и подценяване сложността на природата, а трети – на неудържимо желание за лично облагодетелстване. Не трябва обаче да се забравя, че науката по своята същност си остава една идеалистична и духовна дейност, изключително трудна, изискваща пълно отдаване на силите и не малка доза жертвоготовност. Поради това тя се практикува от едно затворено общество със строги морални закони, чието спазване винаги е имало първостепенно значение в научната практика. Всеки, който се е захванал с научна дейност, а не е разбрал това, е осъден на отхвърляне и изключване от страна на професионалната общност. Затова вероятно почти всички случаи на научни прегрешения и злоупотреби, включително и тези, които ще изложим по-долу, трябва да се разглеждат по-скоро като вид патология, чужда на науката, а не като някаква опасна тенденция, която би могла да вземе застрашителни размери в бъдеще. Въпреки това двата случая имат някои удивително общи черти и повдигат немалко въпроси относно определени страни и по-точно недостатъци, характерни за съвременната научна практика. От друга страна, начинът, по който са били разкрити и анализирани, и решителността, с която са били изобличени и приключени, са показателни за откритостта, манталитета и безкомпромисните механизми, които съществуват и действат в американското общество за поддържане на нивото и морала в научните изследвания.

В края на септември 2002 г. Бел Лабс уволнява млад физик – нанотехнолог за фалшифициране на научни данни. Името му е Ян Хендрик Шьон, доскоро изгряваща звезда в областта на нанотехнологиите (в превод от немски език “шьон” значи хубав). Бел Лабс е изследователския център на комуникационния гигант Лусънт Тикнолджис. Шьон се прочу с разработването на полеви транзистори - изграждащи гръбнака на съвременната електроника, на молекулна основа. За своята работа той беше получил многобройни награди на научни списания и организации, и името му дори беше започнало да се споменава във връзка с Нобеловите награди. Но постепенно нещата около него започват да изглеждат съмнителни. Учени от водещите световни лаборатории, въпреки многобройните опити, не успяват да повторят получените от Шьон резултати. А през април 2002 г. е забелязано, че три графики в три отделни и

несвързани една с друга статии на Шьон, изглеждат подозрително еднакви. Въз основа на получените сигнали, Бел Лабс веднага започват вътрешна проверка, която скоро обхваща 30-на статии на подозрителния автор. От друга страна незабавно е образувана надинституционална комисия, чиято задача е да разследва цялостната научна дейност на Шьон и да вземе решение относно наличието или отсъствието на умишлени нарушения на научния морал, а оттам и за съдбата на младия учен. Решението на тази комисия е взето в резултат на продължилата няколко месеца щателна проверка на всички обстоятелства и е изразено от председателя ѝ Малкълм Бизли, професор по електроинженерство в Станфордския университет, на 25 септември 2002 г. Установени и доказани са 16 безспорни случая на научни нарушения, които показват, че Ян Хендрик Шьон мултиплицира, фалшифицира и унищожава научни данни. В доклада на комисията се твърди, че той демонстрирал *“безразсъдно пренебрежение към неприкосновеността на данните в ценностната система на науката”*. Доказано е, че Шьон заимствал цели фигури от чужди статии, че преправял графики, като премахвал точките, които не се съгласуват с очакванията, и дори използвал графично представяне на математични функции, вместо истински експериментални данни.

В своя отговор на доклада, Шьон признава много от констатираните нарушения. *“Аз допуснах много грешки в своята научна работа, за което дълбоко съжалявам”* – пише той – *“Обаче бих искал да заявя, че всички научни статии, които съм написал, се базират на експериментални наблюдения”*. В доклада обаче е написано, че почти цялата документация за тези оригинални експерименти е изчезнала. Всичките транзистори на Шьон се били повредили или разрушили по време на експериментите, а опитите те да бъдат възстановени не дали резултат. Освен това Шьон бил изтрил суровите данни, записани при провеждане на експериментите поради това, че *“компютърът му не разполагал с достатъчно памет”*. В отговор на едно от обвиненията Шьон признава, че вместо реалните данни за областта над температурата на прехода, използвал аналитична крива, въпреки че, както той твърдял, преходът наистина бил наблюдаван. Той казал пред комисията: *“Аз прецених, че една по-гладка крива ще изглежда много по-добре”*.

Бел Лабс реагираха решително на доклада на комисията, като незабавно уволниха Шьон. *“Това дълбоко ни разстройва”* – казва говорителят на лабораторията Сасвато Дас – *“Но сме благодарни на комисията за добре свършената работа”*. Колегите от научната област също са дълбоко развълнувани от този инцидент. Лидия Зон, физик от Университета Принстън, една от тези, които първи забелязали фалшифицираните графики, казва: *“Съжалявам много за този случай. Но да се надяваме, че хората ще си вземат поука и ще продължат напред”*.

Обаче разкриването на този случай предизвиква лавина от въпроси. Озадачената физична общност си задава въпроса дали съавторите, институциите, или рецензентите не са могли да разкрият нарушенията на един по-ранен етап. Действително, в продължение на повече от две години физиците, специалисти в областта на кондензираната материя, са завладени от публикациите на една група от Бел Лабс, Лусънт Тикнолджис. Изследователите от тази група са разработили методика, разкриваща неочаквани нови свойства и поведение на някои органични материали: свръхпроводници, лазери, джозефсоновски контакти и транзистори на отделни молекули. Новините редовно се публикуват в такива престижни издания като *Nature*, *Science*, *Physics Today* и др. Постепенно обаче започва да се поражда безпокойство, тъй като никой не успява да повтори тези впечатляващи резултати. Оказва се, че в основата на всички открития от тази златна серия лежи технология, създадена от един човек, че всички физични експерименти били проведени от същия човек и всички статии били

написани пак от този човек – Шьон. На всичко отгоре машината за разпрашване, лежаща в основата на всички постижения, не се намира в Бел Лабс, а в Констанц, Германия (където Хубавецът е изработил своя докторат по физика, преди да бъде поканен на работа в Бел Лабс), но тя вече не била в състояние да произвежда слоеве от Al_2O_3 с необходимата уникално висока пробивна устойчивост.

Макар комисията да констатира, че многобройните съавтори на Шьон нямат никакво съучастие във фалшификациите, все пак остава сложният въпрос дали те не носят някаква отговорност за инцидента. Комисията фокусира вниманието си върху най-старшия съавтор – Бъртрам Батлог (понастоящем в *ETH*, Цюрих). От една страна те признават, че *“той предприе необходимите действия, веднага щом вниманието му бе привлечено върху ясно изразените опасения”*. От друга страна обаче те се питат, дали той не е трябвало да изисква една повишена степен на обосновка на резултатите, след като е знаел какво огромно внимание неизбежно ще привлекат тези изключителни резултати. Батлог си е спечелил една завидна репутация в научните среди, но на немалко наблюдатели, като например Артър Хебърд от Университета във Флорида, Гейнсвил, сега им е трудно да разберат защо Батлог не е отишъл нито веднъж в Констанц, за да се увери сам в надеждността на резултатите.

Батлог не отрича своята отговорност като съавтор. Макар че по време на експериментите той бил изисквал допълнителни данни и експериментални подробности, сега разбира, че тези искания не са били достатъчно настоятелни. В бъдеще е необходимо да се правят по-строги проверки. *“Обаче доверието в колегите трябва да остане и ще остане важна основа, върху която се изграждат бъдещите изследователски усилия”*. За Шьон той казва: *“Аз дълбоко съжалявам, че един очевидно надарен колега си е позволил манипулация на данни”*.

Мартин Блуме, главен редактор в Американското физическо дружество, съобщава, че *Physical Review* получава годишно от 6 до 12 обвинения в нарушения, но това са обикновено оплаквания от плагиатство, спорове за авторство или неправомерно поведение на рецензентите, но почти никога сигнали за фабрикуване на данни. Той се удивлява, защо човек би рискувал да бъде уличен във фабрикуване на данни, които се отнасят до впечатляващи научни резултати, освен ако този човек наистина си “вярва”, т.е. надява се да получи признание, когато и ако някой друг потвърди неговите резултати.

Дали рецензентите не е трябвало да се усъмнят в достоверността на резултатите? *“Не”*, отговаря Доналд Леви, редактор на *Journal of Chemical Physics* и председател на Борда на издателите от Американския Институт по Физика (*AIP*). Той казва: *“Рецензентите трябва да приемат, че авторите са действали добросъвестно. Ако допуснеш възможността за измама, става почти невъзможно да оцениш работата. Би било много вредно за напредъка в науката, ако всяка статия трябва да се проверява за измама.”* Марк Бродски, един от председателите на *AIP*, добавя, че основната задача на рецензента е да се увери, че в статията се докладва физически обоснована информация и че тя съдържа достатъчно подробно описание на работата, за да имат читателите възможност да проверяват резултатите. Но други все пак смятат за странен факта, че нито един от рецензентите на статиите на Шьон не се е усъмнил в тяхната достоверност, въпреки някои твърде ясни и дори очебийни индикации. Без съмнение влияние оказва фактът, че работите идват от такава престижна лаборатория и с участието на такъв авторитетен съавтор като Б. Батлог. Въз основа на заключенията на комисията, Бел Лабс незабавно оттеглиха шестте заявки за *US* патенти и съответните заявки в чужбина, подадени въз основа на въпросните работи на Шьон.

Аферата с Шьон, особено като се има предвид и другият случай на нарушение на научната етика в Националната Лаборатория Лоурънс Бъркли, където бе замесен Виктор Нинов [3], силно натъжи и разстрои научната общност. Много физици се замислиха дали такова нещо не би могло да се случи и в тяхната лаборатория и как би могло да се избегне. Почти всички признават, че съществува много деликатно равновесие между доверяването на партньора в общата работа и предпазването от измами. *“Аз смятам, че науката е прекрасна именно поради начина, по който я правим”*, казва Рамирес от Лос Аламос. *“Би било погрешно да предлагаме промени само на базата на два аномални случая.”* Хебърд отбелязва, че *“учените са склонни да се доверяват на своите колеги и именно поради това могат лесно да бъдат измамени (...) но пък точно по тази причина науката се развива толкова ефикасно.”* Тук не можем да се въздържим да цитираме една мисъл на Ларошфуко, която според нас е много подходяща за случая: *“По-срамно е да не се доверяваш на приятелите си, отколкото да бъдеш измамен от тях”*.

Дали случаите с Шьон и Нинов са просто аномални или съществуват обективни обстоятелства, които са ги предизвикали? Филип Андерсън от Университета Принстън изтъква ужасно конкурентната среда, в която са поставени физиците. *“Кариеризмът се засилва все повече, но няма обективни предпоставки за нарушения”*, твърди той.

Научните институции в САЩ вземат сериозни мерки, за да се избегнат подобни случаи в бъдеще. Американското Физично Дружество (APS) е назначило комисия за преразглеждане и ревизиране на старите правила за професионално поведение, формулирани през 1991 г. Някои наблюдатели се питат дали ръководството на Бел Лабс е упражнявало достатъчен контрол върху изследователската работа. След инцидента Бел Лабс предвиждат въвеждането на строги правила за съхраняване на подробни записи на експерименталните данни в компютрите, а също и за строг контрол върху статиите, които се изпращат за публикуване.

Показателен е фактът, че от 1998 г. до 2002 г. Шьон е автор или съавтор на не по-малко от 100 статии, средно по една на седмица. При това не обикновени статии, а претендиращи за важни достижения в широк кръг от научни области – органични полупроводници, органични свръхпроводници, неорганични свръхпроводници, фулерени. Продуктивността на Шьон кулминира около средата на 2001 г., когато той изпраща за печат няколко статии в интервали от ден – два. Никой от съавторите или пък от колегите не се е усъмнил в тази забележителна продуктивност на Шьон едва до към края на 2001 г., когато той бил помолен да забави темпото и да се съсредоточи върху детайлите. *“Впрочем Шьон беше само един от четиримата най-продуктивни в Бел Лабс през тази година, тъй че това не изглеждаше чак толкова странно”* – казва С. Дас. *“Всички знаехме, че той практически живее в Бел Лабс и може да бъде намерен там по всяко време на денонощието”*.

Повечето от статиите на Шьон от този период, са в съавторство с Бъртрам Батлог – едно твърде известно име в областта. В тази връзка, едно от интересните предложения, целящи да се поощри реалното сътрудничество вместо пасивното съавторство, е да се обяви експлицитно приносът и отговорността на всеки съавтор в публикуваната статия, напр. построяване на експерименталната установка – Джон Доу, експериментална процедура – Джейн Смит, анализ на данните – Том Харолд и т.н. По такъв начин, известните учени ще бъдат принудени или да поемат отговорност за определени аспекти на експеримента, или да оттеглят имената си от статиите, в които имат малък принос.

Вторият случай, който ще обсъдим, и който съдържа много общи черти с аферата Шьон, се отнася за съжаление пак до физиката, и то ядрената. В продължение на няколко вълнуващи месеца през 1979 г. учените от една група в отдела по ядрена физика на Националната Лаборатория в Бъркли вярваха, че са постигнали нещо, което се смяташе за невъзможно – синтезиране на най-тежкия засега атом, с номер 118. Статията, съобщаваща за това откритие, беше публикувана в *Physical Review Letters* и предизвика огромен интерес. Учените от Лоурънс-Бъркли станаха известни със синтезирането на голям брой трансуранови елементи, някои от тях получили местни названия – Берклий, Калифорний, Лоренций, Сиборгий, а други – назовани на световно известни учени, като Мария Кюри, Алберт Айнщайн, Енрико Ферми или дори самия Дмитри Менделеев. Обаче някъде от началото на 80-те години Бъркли беше засенчена от един германски екип в Лабораторията за Изследване на Тежки Йони (известна с немското съкращение *GSI*) в Дармщадт. За 15-годишен период учените от тази лаборатория синтезираха Борий (107 протона), Хасий (108), Майтнерий (109) и в средата на 90-те години – все още неназованите елементи с номера 110, 111 и 112. Руснаците също се проявиха като много конкурентноспособни: през 1998 г. екип от Дубна изненада всички, като създаде елемент 114. Бъркли се надяваше да се върне в състезанието с помощта на новосъздаденото сложно устройство, наречено газово-напълнен сепаратор на Бъркли. Двама от най-изявените учени в Бъркли бяха ангажирани с новия проект: доктор Кенет Е. Грегориш, ръководител на проекта и доктор Виктор Нинов, който беше дошъл в Бъркли от *GSI*, където беше участвал в откриването на елементи 110, 111 и 112. Те бяха ангажирани с пускането в действие на новия сепаратор, когато се появи доктор Роберт Смоларчук, който беше създал една много ексцентрична теория и гореше от нетърпение да я провери на практика. Според съществуващата теория синтезирането на още по-тежки трансуранови елементи ставаше изключително рядко явление – равняващо се на части от пикобарна или, с други думи, получаване по един атом на няколко седмици експериментално време, ако имаш късмет. При положение, че експериментите струваха хиляди долари на ден, учените гледаха песимистично на възможността да се постигнат нови резултати с помощта на съществуващата техника. Но според теорията на доктор Смоларчук при подходящи условия би могло да се прескочи областта от много малко-вероятни атоми с номера 113, 114, 115, 116 и 117 и да се създаде нещо нечувано голямо – елемент 118. С помощта на някои опростяващи предположения в своите пресмятания (които предизвикваха недоумение у немалко учени), той оцени вероятността за създаване на елемент 118, на 670 пикобарна – много по-голяма от очакваната по-рано. Учените от Бъркли повярваха в тези оценки, макар и твърде екзотични, и тъй като експериментът беше сравнително лесен, те се заеха ентузиастично да ги проверят. В продължение на повече от пет дни, в началото на април 1999 г., експериментаторите бомбардираха оловни мишени с криптонови ядра, а отломките от ударите бяха пропускани през газово-напълнения сепаратор, при което “събитията” бяха регистрирани с помощта на система от детектори. Получени бяха огромно количество сурови данни, които Нинов обработваше, използвайки софтуера, овладян от него в *GSI*. Като единствен от екипа, запознат с програмата, той беше назначен да ръководи анализа на данните. Търсеше се характерна конфигурация, която да показва, че ядро на криптона (36 протона) и на оловото (82 протона) са се съединили за момент и се е получило ядро 118, което след това се е разпаднало чрез верига от по-леки елементи. Доктор Нинов записвал наблюденията си на ръка, върху два листа жълта хартия. След няколко дни той започнал да разказва на колеги, че е наблюдавал три случая, които приличали на разпадането на елемент 118, като се получавал елемент 116 (също ненаблюдаван дотогава), а след него 114, 112 ... и така до 106, Сиборгий. Това беше невероятна

претенция, но имаше достатъчно основания да се вярва на интуицията на Виктор (Победителя) Нинов. *“Ние бяхме наели един световно-признат експерт и му се доверявахме, че си върши работата добре”*, казва един от ръководителите на проекта. След няколко седмици, при втори сеанс на ускорителя, доктор Нинов съобщил за наблюдавана втора верига от разпади. След като от колегите в групата, а също и от учените от *GSI* в Дармщадт бяха внимателно анализирани резултатите от изчисленията, се прие от всички, че нещо наистина забележително навярно се беше случило. Всички използваха числата, които Нинов беше извлякъл от своя собствен анализ. Никой не намери за необходимо да се върне за проверка към оригиналните сурови данни. Групата написа статия за *Physical Review Letters*, в която водещ автор беше Виктор Нинов, с 14 съавтори, между които доктор Лъвланд, доктор Грегориш и доктор Гиорсо – легендарен откривател на трансуранови елементи. Доктор Гиорсо сподели пред един репортер: *“Това беше такава изненада, че отначало не можехме да повярваме. Изчисленията на Роберт Смоларчук се потвърдиха почти напълно”*.

Беше предложено новооткритият елемент да се нарече Гиорсий. Но преди да може да се даде име на един нов елемент, той би трябвало да бъде синтезиран независимо и от друга група. Същото лято след излизане на публикацията, *GSI* се опитаха, но не успяха да синтезират новия елемент. Опитите в Института Рикен в Япония също се оказаха безуспешни. Тези отрицателни резултати все още не бяха фатални, предвид изключително малката вероятност за регистриране на явлението. Тогава, през пролетта на 2000 г., учените от Бъркли се опитаха да повторят своя собствен експеримент. Този път обаче те не откриха никаква следа от елемент 118. Специална комисия много внимателно анализира какви биха могли да бъдат техническите причини за неуспеха на този експеримент. Никой по това време не допускаше възможността за измама. Междувременно бяха направени усъвършенствания на детектиращата система и през пролетта на 2001 г. екипът в Бъркли беше готов да опита отново. В началото резултатите отново са разочаровали, но в един момент към края на експериментите Нинов казва, че пак е наблюдавал верига на 118. По това време обаче доктор Лъвланд вече се е научил да работи със специалната софтуерна програма и е крайно учуден, че никой друг от екипа не е установил събитието. *“Виктор беше наистина един от най-добрите експерти в света по този тип анализи и по използването на тази програма”* – каза доктор Лъвланд – *“Стана ни ясно, че нещо ужасно се беше случило”*.

През следващите няколко седмици специална комисия отново внимателно разглежда записите от суровите данни и не открива нито едно от събитията, за които е съобщил Нинов. Тогава Бъркли-Лоурънс решават да действат незабавно и оттеглят откритието а също изпращат опровержение на статията в *Physical Review Letters*. Но редакторите не публикуват опровержението, понеже доктор Нинов не е съгласен, тъй като твърди, че са необходими още експерименти, преди да се вземе такова решение.

Междувременно разследването на данните в Лоурънс – Бъркли продължава, при което е установено, че суровите данни от 1999 г. също не съдържат докладваните от Нинов наблюдения на вериги на разпадане на 118. Тогава вниманието се насочва към софтуерната програма “Гууси”, използвана за анализ на суровите данни, която е известна със своята темпераментност. Обаче вероятността тази програма самопроизволно да генерира верига на разпад, би била подобна на възможността *Microsoft Word* да се побърка и да започне на своя глава да пише изречения от Шекспир. Едва след многократни проверки на автоматичните записи на програмата и намирането на някои полуизтрити файлове се установи, че някой беше подправял оригиналните записи и беше копирали няколко реда в програмата, които приличаха на вериги на разпадане на 118. Някой, чийто електронен адрес започваше с Vninov.

През ноември същата година, доктор Лий Шрьодер, директор на ядрения отдел на Лоурънс-Бъркли поставя доктор Нинов в състояние на платена отпуска и свиква четвъртата и последна комисия, която въз основа на “ясни и убедителни доказателства” констатира, че той е изфабрикувал своите прочути открития. Въпреки това и до ден днешен доктор Нинов, който беше уволнен през май 2002 г., държи на своята невинност. Той признава, че веригите на разпадане не се съдържат в суровите данни и че файловете са видимо манипулирани. Но твърди, че самият е объркан не по-малко от другите, защото според него някой друг колега е направил тази измама, а не той. Той отбелязва, че просто не съществува причина един учен с неговия внушителен публикационен актив, да извърши измама – при това по такъв глупав начин. В доклада на комисията обаче е написано: *“Съществуват ясни доказателства, че доктор Нинов сам е извършил тази манипулация. ... Ако някой друг я беше извършил, доктор Нинов не можеше да не я забележи”. “Не зная защо го е направил” – казва доктор Гиорсо – “Нямаше как да спечели нещо, а само можеше всичко да загуби”.*

В окончателното решение на комисията е написано: *“Комисията намира за невероятно, че нито един от съавторите не е проверил валидността на заключенията на Нинов, за това че той е намерил три вериги на разпадане на 118 по записите на суровите данни”.* Това беше открит и суров упрек към всички съавтори на Нинов. Никой от тях не можа да запази репутацията си незасегната от този инцидент.

Обаче учените от *GSI* също решиха да повторят експериментите от 1995 г., довели до откриването на елементи 111 и 112. Новите експерименти напълно потвърдиха предишните изводи. Но в края на статията, съобщаваща за този експеримент, има нещо много странно. Когато учените решили рутинно да проверят старите си записи, те установили, че макар по-голямата част от данните да били автентични, две от наблюдаваните вериги съдържали нещо, което те учтиво наричат несъответствие. *“По причини които не са ни известни”* - пишат авторите - *“част от данните за установяване на тези вериги на разпадане бяха лъжливо създадени”.* Въпреки че не беше написано в статията, авторите по-късно признаха, че тези вериги на разпадане са били докладвани навремето от Виктор Нинов. Зигурд Хофман, водещ автор в тези изследвания, казва: *“Немислимо беше да подозираш близък сътрудник и добър стар приятел. Не разбирам, защо може да го е направил. Истинските данни бяха толкова добри. Действително, въпреки разкритите манипулации, не се наложи да оттеглим нито едно от основните заключения относно елементи 111 и 112”.*

Накрая, за да разведрим общото впечатление, нека завършим с утешителните думи на Франсоа дьо Ларошфуко: *“Хората не биха могли дълго да живеят в общество, ако не се мамеха един друг”.*

Литература

[1] G. Brumfiel, B. Schwarzschild, *Nature*, September 2002; B. G. Levi, *Physics Today* September-November 2002; G. Johnson, *New York Times*, October 15, 2002; E. Lerner, *The Industrial Physicist* (Web site of the AIP) October 2002.

[2] вж. “Светът на физиката”, т. XVI, кн. 4, 1993 г.

[3] вж. “Светът на физиката”, т. XXII, кн. 3, 1999 г.

НЯКОИ ВЪЗМОЖНОСТИ ОТ ФИЗИЧЕСКА ГЛЕДНА ТОЧКА ЗА ВЕРОЯТНОСТЕН УСПЕХ В ИГРИТЕ ТОТО 2

Николай Велчев, ПУ “П. Хилендарски”

След като вече се използват вероятностни модели за развитието на урагани, горски пожари, наводнения и епидемии, както и за динамиката на световните борси - всички, основаващи се на познати ефекти от физиката, по-долу макар и в скромни мащаби се предлагат и обсъждат 3 вероятностни модела за успех в игрите Тото 2 и участието в тях с фишове за пълно или съкратено комбиниране на скромни парични суми.

1. Модел на тиражирането като тристадиен процес

Предварителни бележки

Успехът при участието в игрите Тото 2 се формира при последователната реализация на 3 различни вероятностни събития:

1.1 Улучване на достатъчно много тиражирани числа - например поне 3 на брой от всичките 18 в Тото 6/49 и Тото 6/42 или от 15-те в Тото 5/35.

1.2 Попадане на достатъчно много от улучените числа в поне едно от трите тегления - например поне 3¹ от първо и второ теглене и поне 5 от трето теглене за 6/49.

1.3 Попадане на достатъчно много от улучените числа по т.1.1 и т.1.2 в поне една от заплатените комбинации (в качеството им на единични фишове). Тук трябва да се има предвид, че това събитие отпада априори като вероятно в случай че се ползва тото-фиш за пълно, вместо за съкратено комбиниране.

Стратегия на успеха

Вероятността за успех при прехода през всеки един от споменатите стадии от процеса на тиражиране на печелившите числа може да се идентифицира в първо приближение с вероятността за преход на една елементарна или квазичастица, например електрон, през едномерна (по x) правоъгълна потенциална яма с дълбочина V (Фиг. 1).

Фиг.1

Съгласно представите на класическата физика електронът може да напусне ямата само ако енергията му е по-голяма от произведението qV , където q е електрическият заряд на електрона. Съгласно квантовата физика, обаче, той е в състояние с определена вероятност да напусне ямата и ако е с по-малка енергия. По тази аналогия, на понятието вероятностен “електрон”, преминал през потенциалната яма, може да се съпостави понятието вероятностен “успех” - като преход през една въображаема хазартна яма (ХЯ), показана на фигурата с штрихована линия. Вероятността W за преход на “успеха” през ХЯ е:

$$W \sim 1/V,$$

което съотношение показва, че колкото ямата е по-плитка, толкова по-лесно може да бъде преодоляна и стратегическа цел на успеха е да се намерят условия за нейното преодоляване. Освен това, във връзка с казаното по т. 1.1 до т. 1.3, следва да бъдат разглеждани не една, а три ХЯ, където преходът на “успеха” може да бъде от различен вид. Например, според това колко близо до повърхността или до дъното на ХЯ преминава той, може да се говори за пълен или частичен успех или за неуспех, както е показано в Табл. 1.

Таблица 1. Три степени на “успеха” в хода на преодоляването на ХЯ

Успехът може да бъде и междинен или краен в зависимост от това колко на брой ХЯ се преодоляват. Неуспехът обаче при преодоляването на една ХЯ е фатален за успеха при преодоляването на следващите я ХЯ. Ето защо, макар всяка ХЯ да има свои специфични характеристики и трите ХЯ би трябвало да се разглеждат съвместно.

Последният извод налага в следващо приближение трите вероятностни преходи през ХЯ да се моделират като общ преход, едновременно по време и последователен по протяжност, през 3 съседни ХЯ с височини V_i ($i = 1, 2, 3$), изобразени примерно чрез позволените енергетични зони на свръхрешетка² от полупроводниковите съединения GaP, GaAs и InP, формиращи правоъгълните потенциални ями от Фиг. 2а, б.

Тук с E_C и E_V са означени съответно дъното и таванът на проводимата и валентните енергетични зони, E_F е нивото на Ферми, а E_O е енергетичното ниво на вакуума при интерфейса Вакуум/Свръхрешетка. На същата фигура енергетичните съотношения между ширините на забранените зони на посочените съединения точно съответстват по вертикално направление на избрания мащаб, докато по хоризонтално направление заемащата от тях дебелина е от порядъка на няколко десетки нанометри в реалния случай.

Фиг. 3

На основа на приетия модел на "трите съседни ХЯ", Фиг. 3 представя различни примери на междинен и краен успех в хода на успешното преодоляване на ямите:

- най-трудна за преминаване и от най-съществено значение за крайния успех на участието в игрите Тото 2 е първа ХЯ и затова цялото по-нататъшно изложение е ограничено до възможностите за нейното успешно преодоляване извън тривиалния случай на нейното снижаване съгласно съотношението V_1/n , където n е броят на числата в попълнения фиш за комбинирано участие;

- преходът през втора ХЯ въобще не се поддава на управление и контрол;

- трета ХЯ се преодолява толкова по-сигурно, колкото по-плътни системи³ за съкратено комбиниране са използвани" защото V_3/m , където m е броят на комбинациите в тото-фиша за комбинирано участие (в екстремалния случай на пълно комбиниране дълбочината на трета ХЯ се анулира, както беше вече споменато в т.1.3).

Крайният успех, свързан с преодоляването и на трите ХЯ, съответства на обща вероятност:

където стойностите на вероятностите W_i за преодоляване на отделните ХЯ представляват числа, по-малки от единица. В съгласие с намерението, изказано по-горе, ще се опита да определим условията, при които W_1 може да увеличи стойността си.

2. Графичният избор на прогнозни числа като тактически модел на успеха в първа ХЯ

2.1. Хистограми от първи тип.

Нека означим с f честотата на тиражиране на числата-топки в игралната сфера за определен период от време до последния тираж на Тото 2 - например през последната година, или през последните 2 години, или през последните 10 години и т.н. Нейното графично изобразяване показва колко пъти е било тиражирано всяко число от 1 до 49 в Тото 6/49 например, която графика ще наричаме хистограма от първи тип.

Фиг. 4

На Фиг. 4 са представени 2 действителни хистограми от първи тип за различни периоди от време, където означените с шриховани линии криви се описват от

функцията на разпределение на случайни дискретни величини, известна под наименованието “Поасоново разпределение” или “камбана на Поасон”.

Вероятностите за предстоящо тиражиране на всяко число-топка от 1 до 49 в случая на Тото 6/49 биха могли да се изчислят съгласно теоремата на Поасон и без да са необходими графични представяния на честотите f , но тук тях ще използваме, за да обърнем внимание най-напред на динамичните промени в хистограмата в течение на седмичните, месечните, годишните и многогодишните тиражирания.

Фиг. 5

Представа за това дава Фиг. 5, показваща зараждането (а,б), развитието (в) и разпадането (г) на камбаната. Продължителни наблюдения на тези резултати показват, че ако се въведе понятието “локална скорост на тиражиране”:

v = брой ТЧ от определени области на хистограмата / брой на тиражите,

този параметър има различна стойност в зависимост от:

- местоположението на тиражираните числа (ТЧ) в различните области на хистограмата, например има значение, дали те са намират в областта на камбаната или в нейната периферия (Фиг. 4), както и в лявата, или дясната половина на хистограмата, или в някои други графични конфигурации, за които ще стане дума по-нататък;

- "възрастта" на хистограмата, например в първите няколко десетки тиражи⁴ лявата половина на хистограмата числата се тиражират по-често, отколкото в лявата ѝ половина докато след този срок⁵ се установява обратният ефект.

Ако се предположи, че локалната скорост е пропорционална на вероятността за тиражиране в предстоящия тираж или в някой от последвалите го тиражи,

определянето на ТЧ с повишени стойности на v може да стане тактическа цел при реализацията на успех в игрите Тото 2. Ето и още някои други основания за графичен избор на ТЧ с повишена локална скорост на тиражиране.

Фиг. 6

В случай, че между плътно разположените една до друга колони от ТЧ в камбаната на хистограмата от първи тип се получат липсващи колонки, както е показано на Фиг. 6а, наименованието е "дупка", с повишена локална скорост ТЧ от лявата колона на дупката (означени са с кръстчета) ще започнат да я запълват - в предстоящия или в някой от следващите тиражи. Подобна колона от числа може да бъде наречена "стърчиколона с дясна нула", за разлика от показаната на същата фигура друга "стърчиколона с относителна височина h ".

Други нестабилни конфигурации от ТЧ в хистограмата от първи тип, представляващи генератори на числа с повишена локална скорост на тиражиране, представляват симетрични струпвания от 4, 6 или повече на брой ТЧ с еднаква височина, каквато е например показаната на Фиг. 6а под наименованието "масичка".

Поредици от ТЧ в една и съща колона също представляват графични обекти с повишена локална скорост на тиражиране (Фиг. 6б, в). Същото очакване е и за числата от колони, които (числата) съвпадат с честотата f на тиражиране (Фиг. 6г).

Графичните признаци за ТЧ с повишена локална скорост на тиражиране могат и да се съчетават, какъвто е случаят на Фиг. 6д за числата, означени с по 2 кръстчета, те задоволяват едновременно признаците "масичка" и "стърчиколона".

2.2. Хистограми от втори тип.

Тази хистограма, която може да бъде само една, представлява графична зависимост от вида "Кои числа - в кой номер тираж t за последен път са били тиражирани". Подобна хистограма⁶ е представена на Фиг. 7, където в степен са показани повтарящите се в един и същ тираж числа. Хистограмата от втори тип има формата на полукамбана, която в течение на времето малко променя формата си (пунктираната крива H на същата фигура, горе).

Фиг. 7

Тази хистограма може да бъде източник на следните графични признаци за изява на числа с повишена локална скорост на тиражиране:

- "опашато закъснение" - ако едно число дълго време не е било тиражирано (например в продължение на 8-10 тиража) и затова се е оказало в опашката на полукамбаната;

- "хистерезис" - ако едно число, което се е намирало в състояние на "опашато закъснение" бъде тиражирано, то в предстоящия тираж или в някой от следващите го се очаква отново да се тиражира;

- "стърчиколоне с лява нула" за ТЧ от тази колона е настъпило "забавяне" при тяхното тиражиране и затова се очаква по-нататък да се излявят с повишена локална скорост на тиражиране.

2.3. Изборът на прогнозни числа.

Нека сега обсъдим възможността за практически избор на числа с повишена вероятност за тиражиране, които по-нататък ще наричаме прогнозни (ПЧ).

На пръв поглед от Фиг. 6а човек би могъл да третира като ПЧ всичките ТЧ от "стърчиколоните" и "масичките". Здравият разум обаче подсказва съмнението, че тяхното тиражиране едва ли ще протече едновременно (в един и същ тираж) за всички тях - дори само за това, че общата вероятност за подобно събитие като произведение от отделни вероятности за тиражиране на всяко число-топка, ще се окаже много малка. Следователно, прилагането на повече от един графичен признак само в една хистограма е необходимо, но не е достатъчно условие за успех при избора на ПЧ: правилното решение е да се прилагат много графични признаци в много хистограми едновременно. При подобна процедура, тези ТЧ, които задоволяват малко на брой "графични признаци" в малко на брой хистограми, естествено биха отпаднали като ПЧ. За целта може да се въведе една примерна точкова система за оценка на кандидат-ПЧ (представена е в Табл. 2), при която точките се сумират и затова описаните по-горе признаци са наречени условно "усилващи". Различните усилващи признаци са в състояние да бъдат сравнявани помежду си чрез тяхната резултатност, показваща колко (много или малко) от ПЧ се превръщат в ТЧ.

Табл. 2. Усилващи графични признаци и примерната им цифрова оценка.

Тип на хистограмата	Графичен признак	Оценка в точки
Първи	Поредни числа; Дясна стърчиколоне с дясна	2 2 1 1 2
	нула; ясна стърчиколоне; Масичка Съвпадение.	
Втори	Хистерезис Опашато закъснение;	2 1 2 1
	Стърчиколоне с лява нула; Стърчиколоне от ляво.	

Към хистограмите от първи и втори тип могат да се прилагат и "отслабващи" признаци, изявяващи ТЧ с намалена локална скорост на тиражиране. Тези признаци са систематизирани в Табл. 3 и като оценки имат отрицателни стойности. Следователно, ако едно и също ТЧ в някои хистограми задоволява усилващи признаци, а в други - отслабващи, то крайната оценка в точки за това число се получава като алгебричната сума.

Табл. 3. Отслабващи признаци и примерната им цифрова оценка.

Тип на хистограмата	Графичен признак	Оценка в точки
Първи	Лява половина на хистограмата	- 0,5
Първи	В дупка	- 1
Втори	Стърчиколона с дясна нула	- 1

Удачно е числата с най-високи цифрови оценки да бъдат избирани като "твърди", когато се използват системи за съкратено комбиниране с "твърди числа".

В заключение, за всеки предстоящ тираж на игрите Тото 2, като се прилагат усилващи и отслабващи графични признаци за оценка на ТЧ в хистограмите съгласно Табл. 2 и Табл. 3, е възможно да бъдат избрани произволен брой ПЧ, които да бъдат подредени по низходящи стойности на получените оценки⁷ и с тях да се попълни тото-фиша. Самият избор на ПЧ чрез графичните признаци ще наричаме по-нататък коректен.

3. Числен линеен модел за оценка на степента на успеха

По-нататък се дава отговор на въпроса, как може да се оценява дали изборът на ПЧ е удачен и в каква степен - по отношение например на напълно произволен избор на числа за попълване на тото-фиша.

3.1. Ефективност и рейтинг на участието.

Нека означим със s общия брой (във всички тегления) на действително улучените числа при тиражирането на комбиниран тото-фиш с N на брой заплатени в него числа. Отношението:

$$F_P = S/N, \quad 0 \leq F_P \leq 1, \quad (1a)$$

може да бъде наречено реална ефективност на участието в игрите Тото 2. Аналогично, ако y е очакваният априори общ брой на улучените числа (независимо дали те са избрани случайно или са прогнозни), отношението:

$$F_a = Y/N, \quad 0 \leq F_a \leq 1, \quad (1b)$$

може да се определи като **очаквана ефективност** на участието. Ясно е, че F_p и F_a имат нулева стойност, когато нито едно от тиражираните числа не е улучено или стойност единица - ако са улучени всички тиражирани числа.

Разликата между отношенията (1), изразена в проценти, ще наричаме по-нататък рейтинг на участието:

$$R = 100 \cdot (S - y) / N. \quad (2)$$

Рейтингът (2) е относителна величина, изразяваща степента на успеха при преодоляването на първа ХЯ. Например неотрицателни стойности на R означават определен "успех" при улучване на ТЧ, докато отрицателният рейтинг е равносилен на "неуспех": тогава броят на реално улучените числа е по-малък от очаквания брой улучени числа.

Ако се въведе величината **среден рейтинг** на участието:

$$(3)$$

където R_j е рейтингът на участие в j - тия тираж от t на брой тиражи, човек може да оценява последователното си участие в игрите Тото 2. Да се има предвид обаче, че в ΣR_j е алгебрична сума в (3).

3.2. Представяне на данните.

Предвид на въведената с (1b) ефективност на участието, тя може да се изрази и по следния начин:

$$Y/X = \text{Общият брой на тиражираните числа-топки} / \text{Общият брой на числата-топки в сферата} \quad (4)$$

Съобразно вида на избраната игра Тото 2 и броя на тегленията (едно, две или повече), съотношението (4) е разделено на 12 линейни уравнения, представени в Табл. 4. В графична форма те са показани на Фиг. 8, което позволява експресна оценка на успеха при улучването на ТЧ. Той се оценява чрез стойностите на ефективността F_a и рейтинга R - като разлика между "очаквани" и "действителни". По-точно, може да се говори за краен успех в един тираж, когато стойностите на F_a и R са положителни или поне неотрицателни.

Табл. 4. Уравнения за пресмятане на очаквания брой улучени числа y в зависимост от броя на заплатените числа N .

Брой на тегленията	ТОТО 6/49	ТОТО 6/42	ТОТО 5/35
Едно	$Y = 0,123 N$	$y = 0,143 N$	$Y = 0,143 N$
Две	$Y = 0,245 N$	$y = 0,286 N$	$y = 0,286 N$
Три	$y = 0,364 N$	$Y = 0,429 N$	$y = 0,429 N$
Четири	$y = 0,490 N$	$y = 0,571 N$	$y = 0,571 N$

Фиг. 86

4. Експериментални резултати

През последните 10 години представените по-горе вероятностни модели бяха многократно експериментирани и коригирани в съответствие с експерименталните резултати, които могат да бъдат групирани в следните три направления. Преди всичко, според резултатността си усилващите признаци позволяват класиране по приоритет в следната тяхна последователност: "порежди числа", "хистерезис", "стърчиколоне с дясна нула" и всички други останали графични признаци.

На второ място стойностите на рейтинга (2) бяха изследвани в продължение на 850 седмични тиражи на играта Тото 6/49, в които участието беше с ПЧ, избрани съобразно представените вероятностни модели. В близо 70 % от посочения брой тиражи е установено, че рейтингът е бил неотрицателен, като неговите числени стойности са варирали в граници:

$$0 \% \leq R \leq 30 \%. \quad (5)$$

Като трети експериментално определен резултат може да бъде посочен броят на улучените ТЧ в случаите, когато те са били избрани в качеството им на "твърди", т.е. получили са най-високи цифрови оценки измежду избраните ПЧ. Например наши данни за 23 избрани "твърди числа" (в продължение на 16 тиража) показват, че 18 от тях или 78 % действително са улучени като ТЧ.

5. Заключение

Предложен е единен модел на всички игри Тото 2 и са представени вероятностни изводи от стратегическо и тактическо естество за частичен и краен успех в тях. Съотношението (5) за регистрирания рейтинг на участието показва, че е установен превишен брой на улучените числа, избрани като "прогнозни" в сравнение със случаите на улучени числа, избрани по "случаен" признак.

Естествено е да се постави въпросът, колко пари е спечелил досега авторът, след като е имал възможността да използва предложените от него модели. Отговорът е, че авторът не е милионер поне по две причини. Първо, множеството на ТЧ в един и същ тираж рядко е съставено изцяло от числа с повишена вероятност на тиражиране. Второ, предлаганите модели не решават проблемите на прехода през всички ХЯ, защото припомняме, че от трите големи неизвестни, възникващи с попълването на тото-фиша (улучване на ТЧ, попадане на улучените числа в едно и също теглене и попадане на улучените числа от едно и също теглене в една и съща комбинация), представената досега информация увеличава възможностите за краен успех образно казано само с "една трета част", като предлага начини на избор на ПЧ с повишен, но вероятностен рейтинг.

Ето защо, без да се изключва вероятността за улучване на "петици" и "шестици", може да се твърди, че предложените модели се отнасят главно до възможности за често улучване на "четворка" и много "тройки". Макар подобни печалби да се третират като скромни, те снижават цената на заплащания тото-фиш за всеки предстоящ тираж чрез приспадане от цената за участието в предишния.

Накрая, тъй като коректният избор на ПЧ не е еднозначен процес, а задача с повече от едно удачни решения, игрите Тото 2 от рецепта за харчене на пари се превръщат в източник на интелектуални удоволствия и поле за творческа изява!

Забележки и пояснения

1. Многократното повторение на тази цифра до тук и по-нататък е случайно.
2. Свърхрешетка е кристална структура, съставена от две или повече химични съединения (чиято дебелина може да бъде от порядъка на няколко атомни слоя) и формирана чрез методите на молекулярно-лъчевата епитаксия.
3. Системи за съкратено комбиниране, в които броят на съкратените комбинации е малък по отношение на случая на системите с пълно комбиниране на числата.
4. Подобни хистограми ще наричаме условно "млади".
5. Такива хистограми ще наричаме условно "стари", само те са избрани в показаните примери".

6. Във всеки брой на вестник *Спорт-тото* се публикуват актуализирани таблични данни за ТЧ във всички игри Тото 2, които могат да бъдат използвани за съставяне на хистограми от първи и втори тип.

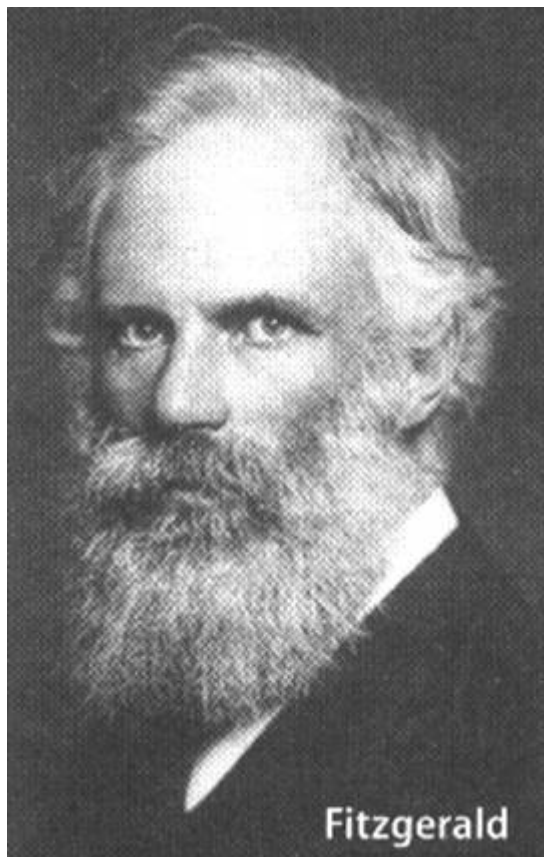
7. ПЧ с най-ниски оценки отпадат, когато се налага съкращаването им.

8. Системно, но за съжаление нередовно.

ЦЕННОСТТА НА БЕЗПОЛЕЗНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Денис Уиър

(Проф. Д. Уиър, Физически факултет към колежа “Св. Троица” в Дъблин, Ирландия беше Президент на Европейския Физически Съюз /ЕФС/ в периода 1997-1999 гг. Лекцията е изнесена пред Общото събрание на ЕФС, Будапеща, 2002 г.)



Тази лекция отдава почит на двама учени от най-западната част на Европа, всъщност двама ирландци – Лорд Келвин и Джордж Франсис Фицджералд. Заглавието взех от едно писмо на Фицджералд до *Nature* от 1892 г. То е заседнало трайно в съзнанието ми и предизвиква множество въпроси относно смисъла на “ценност” и “безполезен”, а следователно и относно взаимодействието между чиста и приложна физика, както това е ставало в живота на тези двама мъже.

Тези хора привличат вниманието ми, защото, макар да са живели в отминали времена, аз не изпитвам никакви трудности да ги разбера. Техният съзнателен живот включва периода, през който физиката се оформя като професия и те също имат принос за това. Днес ценността на тази професия е поставена под въпрос. Дебатът по този въпрос не е нов: той отива далеч назад до самото зараждане на нашата Западна култура, в Гърция, и със сигурност не е затихвал по времето на Келвин и Фицджералд. Ценността на безполезните изследвания винаги е била поставяна под въпрос, но в днешно време това е особено подчертано.

Келвин е роден като Уилям Томсън през 1824 г. в старинен шотландски род, който се преселва през 17 в. в Северна Ирландия. Баща му Джеймс, който е преподавал математика в Белфаст, е бил талантлив и енергичен човек. Уилям и неговият брат Джеймс наследяват от баща си научните способности, които той системно и упорито развива у тях както преди, така и след като семейството се преселва в университета на Глазгоу, където бащата оглавява катедрата по математика.

Още от ранна възраст Джеймс и Уилям се обучават от техния баща, посещават университетски лекции в много млада възраст и превъзхождат всички останали студенти. Така че, когато е едва на 16 години, Уилям вече е напълно запознат с университетското образование в Глазгоу, а предишното лято той е посветил на изучаването на трудовете на Фурие *Théorie Analytique de la Chaleur* и на Лаплас *Mécanique Céleste*. Малцина от първокурсниците в Кеймбридж биха могли да започнат с такъв внушителен интелектуален багаж.

Келвин харесвал живота в колежа включително и спортните занимания. Неговата привързаност към Кеймбридж обаче не стига до пълна съблазън. Това контрастира с добрия му приятел и ирландски сънародник Джордж Гейбриъл Стоукс. В по-късните години той съветва Стоукс да напусне Лондон и Кеймбридж “тези мелачки на способности за оригинални изследвания”. Но Стоукс, известен със своята стеснителност, остава до края на живота си в своя колеж. До края на живота си те запазват приятелството си, което е основано на привличането на противоположности. Стоукс е бил класически пример за отдаден на науката, разсеян, погълнат от мислите си и обичан от всички професор. Дж. Дж. Томсън се отзовава с възторг за неговите ясни и увлекателни лекции, които и след 50-годишна лекционна дейност, през 1898 г., така го увличат, че понякога го карат да забрави за времето и да продължи без прекъсване цели три часа. Рейли си спомня нещо подобно от своите аспирантски години: когато е имало слънце и Стоукс е можел да използва лъчите му за демонстрации, той забравял за учебната програма и за часовника. Но аудиторията му прощавала: “С невероятна лекота и прецизност и с подръчни средства за не повече от няколко пенса той осъществява извънредно красноречиви демонстрации на своите теории. Поразителната му способност да се справя без скъпа апаратура трябва да е пратен от небето дар на осиромашалия университет.” Стоукс стигал дотам, че пишел писма на годеницата си, в

които посвещавал много страници на подробни обяснения на математическите си изследвания. За малко не я загубил.

Аз редовно съветвам студентите си да не правят подобно нещо.

Година след като завършва математика и някак си се изхитря да остане втори по успех¹, Келвин се завръща в Глазгоу като професор по физика и отхвърля всички предложения (включително и поканата да оглави Кавендишката катедра в Кеймбридж) да се премести на юг. Той вече е публикувал двадесет изследователски статии.

Тук човек се замисля какво да каже относно извънредно широкия диапазон на неговите постижения през дългата му научна кариера. Те обхващат буквално цялата физика – при това от фундаменталната до приложната. Неговите над 600 статии, множеството книги и патенти са равномерно разпределени през целия му дълъг живот, гладко се извисяват като параболичната траектория на ракета – от няколко статии на година до двадесетгодишната му възраст, до повече от десет на година в средата на кариерата му и отново намаляващи до няколко на година към осемдесетгодишната му възраст. Тук ще спомена термодинамиката, оптиката, еластичността, електричеството и магнетизма, хидродинамиката, навигацията, геофизиката и свойствата на материалите. Може с увереност да се каже, че това е последният от великите представители на класическата физика. Понякога го изобразяват като консервативен в края на живота си. Кой от нас не би бил такъв, ако доживее до активна възраст от 83 години? Вярно е, че той е смятал самолетите за нещо напълно невъзможно, но това до голяма степен е съответствало на тогавашната теория.

В действителност той обичал да спекулира не по-малко от всеки друг и неговите многобройни дръзки предположения относно атомите и етера говорят за сила на въображението, която с нищо не отстъпва на повечето от днешните автори във *Phys. Rev. Letters*.

Неговият дълъг списък от награди и почетни звания включва чуждестранно членство в Унгарската академия на науките, присъдено му през същата година, 1873 г., когато е приет и Йотвьош Лоран. Но след като става отначало Сър Уилям Томсън и по-късно Лорд Келвин², той не се оставя да бъде въввлечен в прекалено много други дейности – това е предимството, както сам той го вижда, на неговата отдалечена крепост в Глазгоу. Той можел даже да се оттегли в разкошното си имение, построено от него на морския бряг, или на яхтата си, където да обмисля на спокойствие новите си идеи. Всяка по-интересна мисъл той записвал в многобройните си тетрадки, които днес се намират в Кеймбридж.

Келвин е бил изкусен математик, но както е казвал Фицджералд, “неговата математика е заради резултата, а не заради математиката”. Самият Келвин, в предговора към учебника, написан съвместно с П. Г. Тейт, заявява: “Нищо не може да бъде по-фатално от предоверяването на математическите символи: защото студентът е най-често склонен да поеме по-лесния път и да разглежда формулата, а не фактите, като физическа реалност”.

Когато самият той прибягвал до математиката, неговият стремеж бил да представи нейните резултати в осезаема форма. Когато създава идеална клетка за пяна като модел на етера, той заедно с това веднага изготвя модел от жици както и стереокартина и дори

накарва жена си да направи игленик със същата форма. Келвин винаги е носел работата си в къщи; казват, че къщата му е била първата в света с изцяло електрическо осветление.

Схващането, че физиката трябва да е нещо, което ние *усещаме* с ръцете си, е ценна и трайна традиция, която може да се асоциира с цялото британско естествознание и да се противопостави на по-формалния и абстрактен подход на много от френските представители на математическата физика, какъвто е Поанкаре. Разлика има даже в днешно време, *et vive la différence*. Келвин казва, че построяването на модели трябва да се разглежда повече като “груба механична илюстрация” на даден физически обект – той е нещо като проверка на съгласуваността на една теория, основаваща се отчасти върху идеята, че физиката е една и съща за всички мащаби на дължините.

Понякога Келвин отива твърде далеч в своя реалистичен подход – той не е бил особено доволен от теорията на Максвел и до края на живота си е смятал, че етерът е “нещо реално” (откровено казано, същото е смятал и Максвел!). Този материален етер би могъл да е своеобразно желе, както е предполагал Стоукс (Келвин пише на Стоукс от Париж и му съобщава, че поднесенят в едно кафене шоколад с мляко се е сгъстил до нещо, подобно на желето, за което той е говорил). Самият той си представял етера като пяна. (Трябва да спомена, че Осборн Ренълдс, още един ирландец, е смятал, че етерът е зърнест материал, подобен на пясък; както зърнестият модел, така и моделът на пяната често се споменават в съвременните представи за пространство-времето в Планкови мащаби – доста ироничен завой на историята, който много ме забавлява и би ме забавлявал още повече, ако можех да разбера квантовата гравитация...)

На противоположния край на предположенията относно етера е Лармор – да, още един ирландец, - който довежда теорията на полето до такава крайност, че опитва да опише електрона като сингуларност в една твърде математизирана форма на етера – от вида, който Келвин намира за отблъскващ.

Така че Келвин е бил математик, който става физик, а после и инженер. Как другояче да наречем човека, чиито седемдесет приложни патента са оказали огромно въздействие върху напредъка на техниката. Ще цитирам Фицджералд:

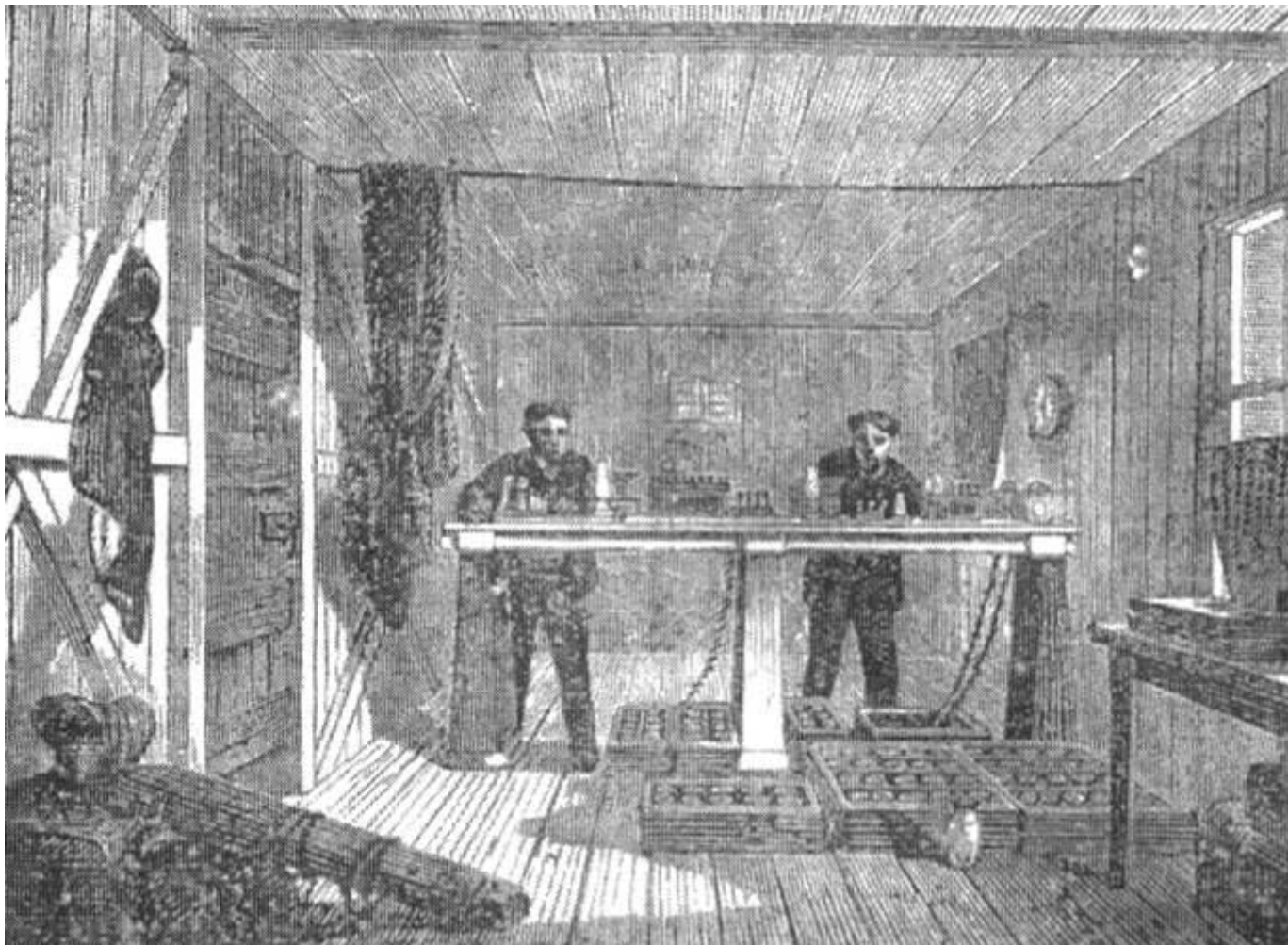
“Ако помолят някого да посочи типичен пример за такъв ум, който е променил облика на обществото до такава степен, че цялата индустриална система радикално да се измени, а заедно с нея и условията на живот за повечето цивилизовани народи, първото име, което ще бъде произнесено, ще бъде това на Лорд Келвин”.

Така че, когато преподаваме за втория принцип на термодинамиката и се борим с ентропията (дума, която самият Келвин не обичал да използва – предполагам, защото не е можел да я пипне с ръцете си) и с абсолютната температурна скала, ние би трябвало да кажем на студентите, че същият човек, който е помогнал за създаването и изясняването на тези понятия, заедно с това е изобретил топлинната помпа, машина за охлаждане и множество други полезни фокуси, които са основани върху законите на термодинамиката. Но неговата област на най-плодотворно изобретателство е електричеството. В прашните коридори на стария физически факултет в стъклени контейнери все още се пазят много от електрическите уреди, които той е изобретил. Но заедно с това в Глазгоу е уреден прекрасен музей, посветен на Келвин.

Така се ражда неговото върховно постижение в областта на телеграфията – то *не е* поразително оригинално, защото важните изобретения не трябва да са такива и те обикновено не са.

По онова време телерафията е била така вълнуваща, както днес е Мрежата. Хората си казали, че буквално за едно денонощие светът се е смалил до глобално село. Специалистите по тайнствените умения в телеграфията получавали високо заплащане, имало е напрежение между частните инвеститори и правителствените регулации, имало е загриженост относно сигурността, масово са били изобретявани периферни устройства (Едисон забогатява от своята телеграфна машина), а много от инвеститорите се опарват.

В действителност първият трансатлантически кабел устоява само колкото Кралица Виктория и президентът да си разменят приветствия. Разменените послания не са били така лаконични, както понякога се твърди. Кралицата е изпратила съобщение от 99 думи. За предаването му били нужни 16½ часа. Не е чудно, че веднага се заражда интерес към техниката на кодирането. В един от тези кодове думата GNAPHALIO е означавала “Моля изпратете още запаси от леко облекло”.



Приемната станция на трансатлантическия телеграф във Валениа, Ирландия

Бързото разпадане на първия трансатлантически кабел е било икономическо бедствие и затова спешно трябвало да се подобри неговата технология. Повредата на кабела се дължала на електрически пробив. Келвин бързо поставя диагнозата и прави препоръки за втори опит: да се използват по-ниски напрежения, кабелите да са по-дебели и детектирането да е по-чувствително. За целта той разработва чувствителен огледален галванометър, много подобен на уреда, използван до неотдавна в лабораториите за университетско обучение. Надявам се, че не сте ги изхвърлили всичките!

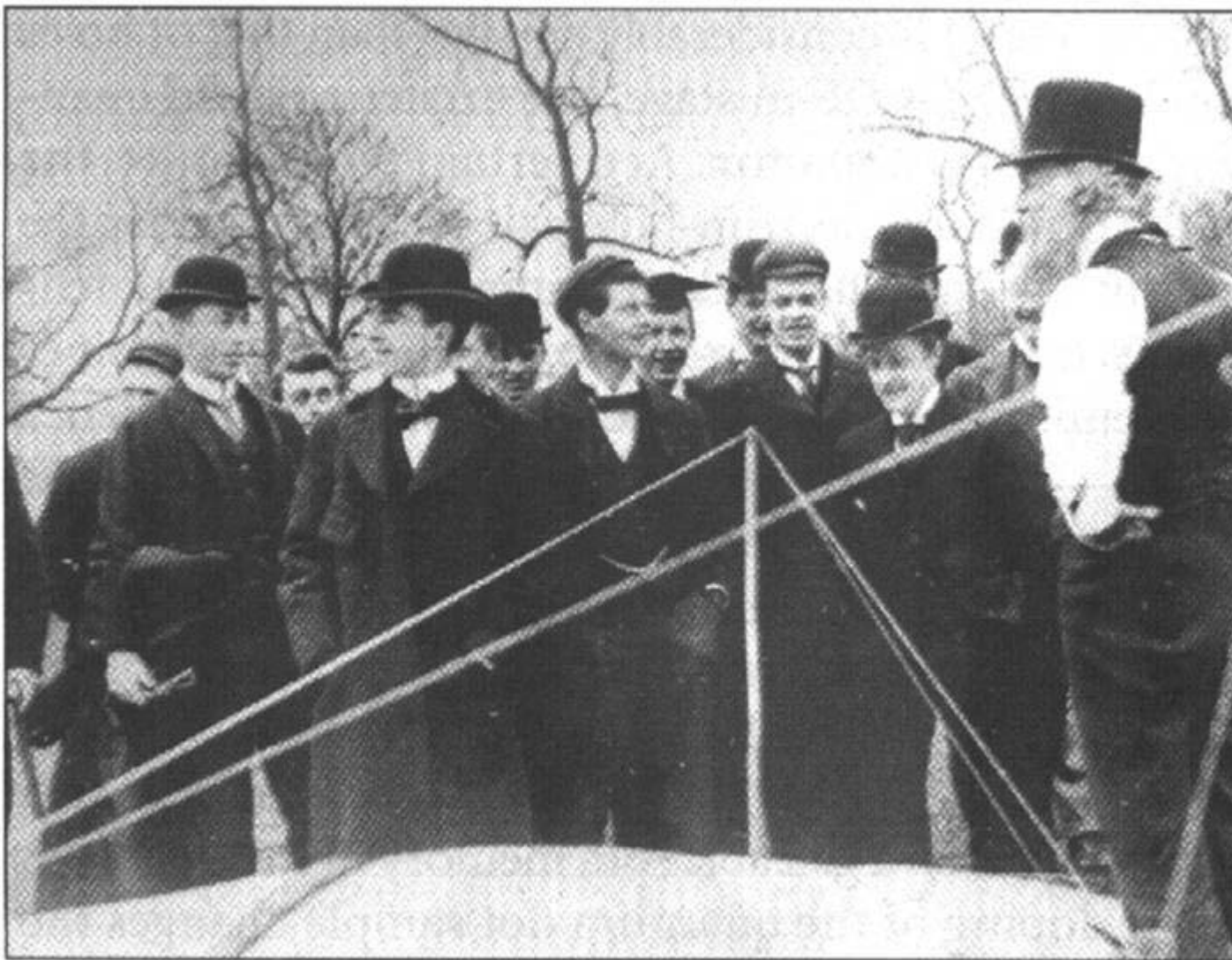
Завладяващата сила на неговата личност преодолява съпротивата на невежите и дилетантите и през 1866 г. нова система, основана на неговите идеи, започва чудесно да работи. Още през първия ден на работата си тя дава печалба с впечатляващата сума от хиляда лири стерлинги. Така Келвин става не само известен, но и богат...

Към края на живота си той описва кариерата си като неуспешна, което звучи доста абсурдно. Вярно е, че онази негова работа по физика, с която той най-много се е гордеел – оценката на възрастта на Земята, – се оказва твърде погрешна, тъй като тогава не са били известни ефектите на радиоактивното разпадане. Според мен той се е досещал, че любимата му класическа физика трябва да е непълна.

Научната кариера на Джордж Франсис Фицджералд отначало е твърде сходна, но впоследствие симетрията е нарушена. Той също е роден в академично семейство, също така много млад става професор по физика в столичен град – този път това е Дъблин. И двамата са били добри спортисти; и двамата са се славели като превъзходни лектори и умели демонстратори; и двамата са сред първите в света, които създават лаборатории за упражнения на студентите (Келвин още през 1848 г.). Резултатите от техните занятия по лабораторен практикум са забележителни: например един от студентите на Келвин е Джерард Филипс – основателят на компанията *Philips*, а студентът на Фицджералд Лайл основава първата физическа лаборатория на юг от екватора – в Мелбърн.

Симетрията продължава: и двамата са много изтъкнати в Британската асоциация, и двамата са редактори на *Philosophical Magazine*. Подобно на Келвин, Фицджералд е с математически способности, но и той също така предпочита реалистичната физика пред формалната теория, като постепенно развива силен интерес към промишлените приложения на физиката. И двамата са били силни личности, като Фицджералд вероятно тук е бил водещият.

Съществува обаче ярък контраст в непосредствено измеримата научна продуктивност на двамата мъже. Фицджералд е публикувал само няколко дузини значителни статии и нито една книга. Култивирал у своите студенти дух на изобретателство, но сам той е постигнал малко в приложната физика. Би могъл да бъде сметнат за дилетант, когато решава да полети (само веднъж) с безмоторния самолет на Лилиентал над територията на университета; на британските острови той е пръв в това. Но после загубва интерес (или се уплашва).



Приложна физика: Фицджералд се готви да излети с безмоторния самолет на Лилиентал пред възхитените погледи на студентите си

Дже теоретичните му работи често са оставени в суров и незавършен вид, както е например с неговото предположение, че опитът на Микълсън – Морли може да се обясни с намаляване на дължините; праща кратко писмо до неизвестно американско списание и забравя за него, докато няколко години по-късно Лоренц не публикува нещо подобно. Историците на науката е трябвало доста да се потрудат, преди да изяснят, че идеята на Фицджералд, която му идва наум, докато е на гости в дома на Оливър Лодж в Ливърпул, не е просто щастливо хрумване, а се корени в математическата формулировка на електромагнитната теория, за която той е водил обширна кореспонденция.

Именно тази кореспонденция обяснява значителното косвено влияние на Фицджералд и неговата репутация расте непрекъснато при всяко повторение на

историята от този период, както особено ясно проличава от книгата на Брус Хънт *Максуелианците*. Често в своите писма и публикации в случайни на пръв поглед бележки той прави необикновено проникателни догадки, които щедро споделя без претенции за приоритет. Например, когато пише обзор в чест на Болцман, той разсъждава върху природата на гравитацията и допуска, че това вероятно е изменение в структурата на етера (днес ние бихме го нарекли пространство), което се дължи на присъствието на материя. Друг пример: когато го запитали какво ще се случи, ако скоростта превиши скоростта на светлината и вече познатият израз в теорията на Максвел – квадратен корен от $1 - (v/c)^2$ – престане да бъде реално число, отговорът му бил, че много е вероятно светлинната скорост да е гранична за скоростта на телата. И така нататък.

Той е бил всепризнат лидер на международен алианс – нещо, което днес бихме нарекли невидимият колеж, - наричащ се Макселианците (темата на превъзходната книга на Хънт). Така че, за разлика от Келвин, той е бил убеден и изтъкнат последовател на Максвел. Сред Макселианците са: Оливър Лодж³, Джоузеф Лармор, Оливър Хевисайд и Хайнрих Херц, а други като Дж. Дж. Томсън са в периферията. Херц е бил особено недоволен от това, че Максвел не е радушно приет от консервативните немски физици, така че Фицджералд с радост го включва в списъка на своите кореспонденти. Фицджералд повече от всички е разбирал всички драматични следствия от теорията на Максвел, развита от необикновено ексцентричния и неизтъкващ се Оливър Хевисайд, като и от други. (Всъщност именно Хевисайд пръв написва уравненията на Максвел, не самият Максвел, но неговите приноси в голяма степен остават непризнати поради отшелническия му характер. Фицджералд, макар да го е срещал само веднъж, прави постъпки, като отправя молба до премиер-министъра, да му бъде отпусната държавна пенсия и така го спасява от бедно съществуване.)

Той е смятал, че природата на етера все още се нуждае от интерпретация, макар да се надявал, че материалният етер може да се окаже излишен. Построява механичен модел на етера, с цел да покаже как работи теорията на Максвел. За съжаление моят факултет, изглежда, е загубил през 1950-те години тази ценна реликва, макар аз все още да храня слаба надежда, че ще се намери.

В едно от своите най-значителни прозрения Фицджералд предвижда възможността за генерация от електрични кръгове на електромагнитни вълни с дължини на вълните по-големи от тези на светлината и публикува типичната за него кратка бележка. Когато след няколко години Херц съобщава за своите експериментални резултати, Фицджералд ликува (макар, може би, да се е чувствал малко глупаво, че сам не е осъществил този експеримент).

През 1888 г. той описва пред Британската асоциация постижението на младия германец със следните думи:

Човешкият прогрес направи голяма крачка, когато човекът се научи да прави машини, когато използва еластичността на своя лък и твърдостта на своята стрела, за да добива храна и да сразява враговете си.

Голям е бил напредъкът, когато той започва да използва химическото действие на огъня; когато се научава да плува по водата с кораби, когато използва изкуствената селекция, за да си осигури храна и домашни животни.

От близо двеста години той е превърнал топлината в свой роб, който движи неговите машини.

Огънят, водата, земята и въздуха отдавна са станали негови роби, но едва през последните години човекът спечели битката, загубена от гигантите на миналото, като изтръгна мълнията от самия Юпитер и подчини на себе си всепроникващия етер.

Фицджералд, за разлика от Келвин, практически никога не се залавя системно да приложи своите идеи, както е и в този случай. Той неведнъж упреква правителството за неговото невежество и за недостатъчното финансиране на науката: “Една компания с какъвто и да е предмет на дейност може да заработи с начален капитал от сто хиляди лири стерлинги, но много трудно е да се получат десет или двацет, за да започнеш експерименти. Очаквам с нетърпение времето, когато заинтересувани капиталисти и енергични правителствени инстанции ще съдействат на изобретателите да развиват своите открития”. Не можем да се освободим от впечатлението, че бедата поне отчасти е била у самия него, а и той самият си признава, че е склонен да прескача от тема на тема: “Възхищавам се отдалеч на онези, които умеят да се концентрират, за да стигнат до дъното на своите резултати, докато аз самият ни най-малко не се интересувам от направените грешки, а се втурвам към всякакви незрели идеи с надеждата, че те ще накарат други да се замислят и ще доведат до някакъв напредък”.

Той наистина би трябвало да има по-значително място в развитието и практическото използване на радиото, особено след като Маркони свършва толкова важни неща в Ирландия. Възможно е яростната вражда на Макселианеца Оливър Лодж към Маркони да е била причина за съдържаността на Фицджералд. Първоначално аз възнамерявах тук да призная открито пред вас, че Маркони със сигурност *не е бил ирландец*, но за мое удивление установявам, че той е бил ирландец или почти такъв, защото е син на ирландска аристократка, а и сам е бил женен за ирландка!

Но няма и следа от завист към успехите на Келвин, когато Фицджералд говори по повод 50-та годишнина на неговата професура:

“Той разви цивилизацията с това, че направи достъпен за нас всепроникващия етер, даде ни възможност да измерваме неговите свойства, научи ни как да прокарваме нервите на цивилизацията по океанското дъно. Той ни помогна да обединим човечеството, да превърнем конкуренцията в сътрудничество, да тласнем напред федерализацията на света”.

Тук се съдържа намек за неговото силно убеждение, че науката има положително морално съдържание. И отново в свое изказване той отстоява идеята за създаване на промишлени лаборатории, което не трябва да се определя от решенията на “просто администратори”, а от научни експерти, които са близо до научния напредък и горещо вярват в него.

“Надеждата е голям стимул за осъществяването. Без нея един народ е мъртъв. Без нея губим всяка надежда във възможността за подобрене и то изведнъж става невъзможно. Историята на електроинженерството, използването на всепроникващия етер в служба на човека трябва да укрепи нашата надежда и вяра във възможността за подобрене. Защото това коренно преобрази обществото, даде възможност на

напреднали и изостанали, на богати и бедни да водят по-добър живот, направи живота по-лек и не така мръсен, а това подобри живота на човека в материален и, което е значително по-важно, в морален смисъл!”

Тази убеденост в обществената значимост на тяхната дейност, основаваща се на науката и традиционната религия, е още една симетричност между двамата мъже. Разлики в характерите, както и в условията довеждат единия до твърде успешни приложения на науката, нещо, което не се удава на другия. Но и двамата заслужават по-голямо признание, защото животът им илюстрира ценността на “безполезните” изследвания.

Превод: **М. Бушев**

(D. Weaire, The value of useless studies, *Europhysics News*, 33/5, 2002)

1. Срв. “Четиво с продължение” в СФ 1/03. - *Бел. прев.*

2 През 1896 г. кралица Виктория присъжда на У. Томсън титлата Лорд. В такъв случай титулуваният сам избира името си. Томсън избрал името на река Келвин, на чиито брегове е разположен университетът на Глазгоу, в който той е бил професор повече от петдесет години. - *Бел. прев.*

3 Сър Оливър Джоузеф Лодж (1851-1940) - изобретател на кохерера, пръв измерва йонната подвижност, експериментално доказва (1893 г.), че няма увличане на етера. - *Бел. прев.*

ИНСТИТУТЪТ ПО ЕЛЕКТРОНИКА НА БАН

на 40 години



На 12 юни 2003 г. Институтът по електроника (ИЕ) на БАН чества своята четиридесета годишнина. По този случай, в присъствие на много колеги и на членове на семейство Джакови, до входа на институтската сграда директорът ст.н.с. д-р Р. Еников с кратко слово откри барелеф на акад. Емил Джаков, основател и пръв директор на Института. С цветя и прочувствени думи за акад. Джаков и за Института по електроника присъстващите бяха приветствани от ръководителите на физически институти и катедри.

Тържественото събрание в големия салон на БАН бе открито с изпълнения на две пиеси за цигулка и пиано от проф. А. Станков с акомпанимент от К. Несторова. За пътя през годините на Института и неговото израстване от секция във ФИ с АНЕБ до авторитетна академична организация със своя мисия в страната и света на специалистите говори ст.н.с. д-р М. Михалев.

Директорът на ИЕ ст.н.с. д-р Р. Еников в своето слово се спря на настоящето и разкри перспективите пред младите сътрудници, посветили се на физическата електроника, квантовата електроника и радиофизиката.

Началото на електрониката в България е 1939 г., когато доц. Джаков започва да чете курса по физически основи на електротехниката, като го разширява с физически основи на радиотехниката за студенти физици. През 1944 г. в Софийския университет се отделя Катедра по техническа физика с ръководител професор Джаков. Поставя се началото на задълбочена изследователска и приложна дейност в областта на СВЧ нелинейни явления, газоразрядна плазма, приложения на електронните лампи.

От 1948 г. чл.кор. Джаков е създател и ръководител на секция Техническа физика с лаборатории по физическа и приложна електроника към новосъздадения Физически институт. Изследователската работа започва през 1952 г. с един научен сътрудник - В. Кънев и малко по-късно са привлечени В. Стефанов и В. Орлинов. Тази секция

прерасна в самостоятелен Институт по електроника, създаден през 1963 г. с държавно решение от 27 септември 1962 г. за изследователска дейност в областта на катодната електроника, електровакуумните уреди, квантовата електроника и приложната електроника с директор акад. Джаков.

Институтът се утвърди като научна академична организация с 250 сътрудници в 14 секции, като в него бяха разработени за първи път в България лазери, лазерни локатори, термоелектронни преобразуватели с висок КПД, плазмотрон и мултиплазмотрон, свръхвисоковакуумна помпа, електронен и йонен проектор за изследване на повърхности, електроннооптически преобразувател, системи за аналогово и цифрово предаване на информация по оптични влакна, малощумящи твърдотелни СВЧ усилватели, джозефсоновски магнитометър, феритни устройства за СВЧ приложения, СВЧ системи за дистанционно измерване влагосъдържанието на почвата, инсталации за електроннолъчево заваряване, топене и изпарение, автоматизирана система за електроннолъчева литография, сканиращ полеви микроскоп.

В открита и тежка конкуренция с други институции у нас институтът спечели правото да бъде център и координатор на изследванията по дистанционни СВЧ изследвания на морска и земна повърхност по радиометрично микровълново дистанционно изследване на влажността на почви, електроннолъчеви технологии, плазмени технологии, СВЧ твърдотелна електроника.

С тези резултати ИЕ посрещна след демократичните промени новите предизвикателства и изисквания. Пътят в годините след промяната не беше лек поради затрудненото икономическо състояние на страната и несвойствената за нас работа в условия на пазарна икономика.

Трябва да споменем с добри думи директорите на ИЕ в този период, професорите Александър Спасов и Петър Атанасов, които успяха да съхранят структурата и тематиката на Института. Заслуга за това има и целият колектив – от хабилитираните сътрудници до работниците на научна апаратура и администрацията, които проявиха разбиране и бърза адаптация към обстановката. Институтът запази в оптимални граници числеността на персонала си, както и предмета на дейност и вътрешна структура, като лабораториите в института са групирани в три раздела според дейността си, а именно: Физична електроника, Квантова електроника и Радиофизика.

Между отделните лаборатории съществува тясно взаимодействие. С разширяването на работите по свръхпроводимост, тънки слоеве и покрития и нанотехнологиите взаимодействие се създаде между лабораториите от Квантова електроника, между лабораториите по електронно-лъчеви технологии, криоелектроника и СВЧ-електроника, между жиромагнитна електроника и физика на плазмата и други. Тази съвместна дейност е особено актуална през последните години при работа по проекти, финансирани от международни програми – Европейски съюз, НАТО, различни фондации.

ИЕ провежда и изследвания, финансирани от възложители от страната, като например разработките за Министерство на отбраната. На високо равнище са и разработките на лазерна медицинска апаратура, които са прецедент за взаимодействието между бизнес и наука. Разработената апаратура за лазерна диагностика и лечение е успешно изпробвана и работи в Медицинска академия.

Голямо значение за дейността на ИЕ и неговите международни контакти имат и договорите за съвместна работа, сключвани на междуинститутско, междуакадемично и междудържавно ниво с партньори от Англия, Белгия, Испания, Италия, Полша, Русия, Румъния, Унгария Япония, Германия, Гърция, Турция, Хърватска, Австрия, Швейцария, Франция, Виетнам и Индия .

В създадените условия на преплитане на различни клонове на науката ИЕ тясно взаимодействия с други институти на БАН, като Институт по физика на твърдото тяло, Институт по ядрени изследвания и ядрена енергетика, Институт по металознание, Централна лаборатория по слънчева енергия и нови енергийни източници, Централна лаборатория по фотопроекти, Институт по слънчево–земни въздействия, някои от химическите институти.

Благодарение на съществуващите вече международни контакти и възможностите за свободно пътуване и оставане на работа десетки наши учени преминаха на работа в чужбина. Радва ни признанието, което получават нашите учени и Институт като място, където те са се формирали и ни тревожи фактът, че хората, които ни напускат са измежду перспективните учени. Повечето от колегите, преминали на работа в чужди научни организации и фирми, продължават да поддържат връзки с ИЕ и да ни оказват помощ според възможностите си, за което сме им дълбоко благодарни. Активно е участието на наши изтъкнати учени в много национални и международни експертни групи и комисии, където те винаги са се представяли добре. Нашият институт е и седалище на българската секция на Международната организация на инженерите по оптика – SPIE.

Широка известност получиха двете наши международни школи – “Вакуумни, електронни и йонни технологии” и “Лазерна физика и приложения”. За лектори се канят най-изтъкнати учени от страната и чужбина. Като слушатели и участници присъстват десетки млади учени от много страни. Докладите от школите се публикуват в престижни международни издания – “Vacuum” и “Proceedings of SPIE”. Друго значимо мероприятие в международния научен живот на ИЕ е конференцията “Електронно-лъчеви технологии”. Тя е една от водещите в света в своята област и спомага за пропагандиране на нашите постижения и приобщаване към световния опит.

Много важни са и провежданите международни научни срещи (Workshops) под егидата на НАТО и други международни организации. Тези срещи са особено ценни с това, че на тях се договарят бъдещи съвместни изследвания.

Много учени от института участват в различни комисии, съвети и други научни и стопански институции, където според предоставените им възможности работят за просперитета на страната.

От името на Ръководството на БАН Зам. председателят акад. Н. Съботинов обяви решението на УС на БАН Институтът по електроника да бъде удостоен с най-високата академична награда “М. Дринов” и да носи името на своя основател акад. Е. Джаков. Поздравителни адреси с подчертаване постиженията на ИЕ и пожелания за по-нататъшна успешна работа бяха поднесени от Софийския университет, ЦУ - БАН, ИЯИЯЕ, ИФТТ, ИМТМ, ИА, ИМЕ, ЦЛСЕНИ. Водещият ст.н.с. д-р Н. Герасимов прочете извадки от многобройните поздравления от страната и чужбина в това число от Англия, Канада, САЩ, Виетнам. В заключение директорът на Института поднесе почетен знак и диплом на строителите на Института В. Кънев, В. Стефанов, М. Дражев. Събранието завърши много емоционално под звъна на камбаните на катедралния храм “Св. Александър Невски” и “За многая лета” в изпълнение на Б. Христов.

Дора Бенева

НАШИТЕ КОЛЕГИ
- Проф. А. ПЕТРОВ, Проф. М. МАТЕЕВ и Проф. Н. СЪБОТИНОВ
- СА ИЗБРАНИ ЗА ДЕЙСТВИТЕЛНИ ЧЛЕНОВЕ НА БАН

*С решение от 16.09.2002 г. на Управителният съвет на БАН, на основание чл. 5, ал. 1 от Правилника за избиране на академици, бе обявен конкурс за кандидати за това звание по научни направления. За направление **Физически науки** бяха обявени 3 места (от общо 30 места за цялата Академия), за които кандидатстваха:*

1. Ст.н.с. I ст. дфн Александър Георгиев Петров, предложен от НС на ИФТТ – БАН;
2. Ст.н.с. I ст. дфн Владимир Георгиев Шкодров, предложен от група академици и НС на И-тута по Астрономия – БАН;
3. Ст.н.с. I ст. дфн Димитър Иванов Пушкарров, предложен от НС на ИФТТ – БАН;
4. Проф. дфн Матей Драгомиров Матеев, предложен от ФС на ФФ на СУ;
5. Ст.н.с. I ст. дфн Марин Петров Калинков, предложен от НС на И-тута по Астрономия;
6. Ст.н.с. I ст. дфн Никола Василев Съботинов, предложен от група академици и НС на ИФТТ – БАН;
7. Проф. дфн Стефан Кънев, предложен от НС на ИФТТ и
8. Проф. дфн Чавдар Димитров Палев, предложен от ИЯИЯЕ – БАН.

След няколко кръга на обсъждане [1] Общото събрание на Академиците избра за свои колеги – **действителни членове на Българската Академия на науките:**

Александър Георгиев Петров – Роден е през 1948 г. в Стара Загора, завършва ФФ на СУ през 1970 г. и постъпва на работа в ИФТТ. Защищава научните степени кандидат на физическите науки през 1974 г. и доктор на физическите науки през 1987 г. От 1988 г. е ст.н. I ст. и ръководител на лаборатория “Биомолекулни слоеве”. Член е на ОС на БАН и директор на ИФТТ (от 1998 г.). Научните му приноси са в областта на изучаването на термотропните и лиотропни течни кристали, течнокристалните биологични структури и мембрани. Автор е на 129 публикации, цитирани в над 900 статии. Автор е на монографията “Литотропно състояние на материята, молекулна физика и физика на живата материя”, изд. “Гордън и Брийч”, 1999 г. (вж. “Светът на физиката”, 4’99, с. 363). Участвал е в множество международни научни конференции с доклади, ръководил е 5 наши и 7 международни проекта, бил е член на редколегиите на “Mol. Cryst. and Liq.”, “Europ. Biophys. Jour.”, “Жидкие кристаллы”.

Матей Драгомиров Матеев – Роден е през 1940 г. в София, завършва ФФ на СУ през 1964 г. и е назначен за асистент към катедра “Теоретична физика”, където работи и досега като доцент и професор (от 1984 г.). Кандидат на физическите науки от 1971 г. и доктор на физическите науки от 1980 г. Основните му приноси са в областта на квазипотенциалния подход в релятивистичната задача за две частици със спин $\frac{1}{2}$, теорията на поле с фундаментална дължина в нелокален и локален вариант, изследвания по високотемпературна проводимост, израстване на кристали в условията на микрогравитация и др. Резултатите от тези изследвания са публикувани в 78 работи в реномирани специализирани научни списания, цитирани близо 320 пъти. Той е главен редактор на “Bulg. J. Ph.”, член е на редколегията на “Balkan Physics Letters”. Бил е декан на ФФ, член на Академичния съвет и зам.-ректор на СУ. Бил е зам.-предс. на Комитета за Наука към МС, първи зам.-министър и Министър на Народната просвета (1990 - 1991). Председател е на СФБ.

Никола Василев Съботинов – Роден е през 1941 г. в Бургас, завършва ФФ на СУ през 1967 г. и постъпва в ИФТТ през 1969 г. Защищава научните степени кандидат на

физ. науки през 1977 г. и доктор на физическите науки през 1992 г. От 1986 г. е ръководител на лаборатория Лазери с метални пари. Член е на ОС и УС на БАН, а от 1996 г. е зам.-предс. на БАН. Член е на редколегията на "Bulg. J. Ph". Научните му приноси са в областта на физиката на газовия разряд и плазмата, физика на вакуума, лазери с метални пари, газоразрядни лазери и лазерни технологии. Автор е на 118 публикации, цитирани над 400 пъти, 30 авторски свидетелства и патенти, 11 от които са внедрени у нас, в Австралия, САЩ и Великобритания. Ръководил е 13 наши и 8 международни научни проекта.

Съюзът на физиците в България честити високото отличие на своите колеги и на председателя на Съюза – акад. Матей Матеев. [2]

Бележки

[1] Из интервю на акад. И. Юхновски, председател на БАН, пред в. "Труд", 28 юни 2003 г.:

От номинираните общо 72-ма учени имаше ли и такива, които изобщо не стигнаха до избор?

- Нашата процедура е сложна и дълга. В нея са предвидени много етапи с определен вид селекция. На първо място за всеки номиниран се пишат рецензии, след това има обсъждане от изтъкнати учени. Там се извършва първото класиране. На този етап няма отпаднали. След това идва предложението за класиране по определени групи. Там имаше отпаднали. Правилото бе: по двама души за едно място и всеки извън него не се включваше в класирането. Едва след този етап имената на номинираните влязоха в общото събрание на академиците за окончателен избор. Всяко предложение се гласуваше тайно. Процедурата бе честна, справедлива и работеща. Дори и тези, които изпитваха съмнения, че нашият правилник няма да заработи, се отказаха от тезите си.

[2] Из същото интервю:

Казахте, че процедурата по избора е прозрачна повече, отколкото бихте искали. Това означава ли, че ще промените правилата по определяне на новите член-кореспонденти тази есен?

- Не, изборът ще е също толкова открит. Тепърва предстои да решаваме колко чл.кор. ще избираме. По закон имаме право на 120 души.

*Не губи кураж,
идва нов тираж...
(бел. на ред.)*

“(...) МЫ РАЗГОНИМ К ЧЕРТОВОЙ МАТЕРИ АКАДЕМИЮ НАУК!”

(из речта на Н. С. Хрущов пред ЦК на КПСС, 11 юли 1964 г.)

С постепенното разсекретяване на архива на различни бивши съветски институции, документално се потвърждават неща, за които сме чували да се разказва или чели в спомени на участници (основно потърпевши...) в събитията. Сега става дума за един забавен – от днешна гледна точка – епизод, но съвсем не безопасен, като се има предвид времето и властта на действащите герои.

Защото случая има предистория: това не е първата закана на Хрущов да разпусне Академията. Още през май 1959 г. на висш партиен форум той предлага реорганизация на АН, в резултат на което Отделението по технически науки е предадено на части на различни промишлени и селскостопански учреждения. Конфликтът избухва наново, през април 1961 г., след нова закана на Хрущов за закриване на Академията заради нейната пасивна съпротива за реформиране. За репликата на тогавашния президент на Академията А. Н. Несмеянов: “Какво пък, Петър Велики откри Академията, Вие пък я закрийте”, на 4 май 1961 г. Несмеянов е освободен от длъжност и заменен с акад. М. В. Келдиш. За да се стигне до разказания епизод...

На 26 юни 1964 г. на Общото събрание на Академията на науките на СССР, благодарение на активното участие и принципни изказвания на акад. В. А. Енгелгард, А. Д. Сахаров и И. Е. Там е провален изборът за академик на член-кореспондента Н. И. Нуждин, един от най-верните и приближени сътрудници на академик Т. Д. Лисенко. За ролята на “народния академик” Лисенко, неговата роля върху съветската наука и съдбата на отделни хора, както и слабостта на Хрущов към него е писано много и тук не е необходимо да се отклоняваме по тази тема. Все пак, нека подчертаем, че феноменът Лисенко (и нему подобните) – появата им и тяхната жизненост е много характерна за съветската епоха и не бива да се отминава, – е любимец на първия секретар на КПСС Н. С. Хрущов.

За след две седмици, 11 юли, е насрочен Пленум на ЦК с дневен ред разглеждане на няколко организационни въпроса (пенсиите на колхозниците, повишение на заплатите на някой категории работници, петдневната работна седмица и пр.). Изказване на Хрущов не се предвижда. Обаче, за всеобщо удивление, той взема думата, и в характерния си маниер на постепенно възбуждане, започва да говори, прескачайки от въпрос на въпрос. Например говорейки за проблемите на семеипроизводството, заявява: *“За наш позор, през тази година ние бяхме принудени да купуваме лук от Египет. Ние – Съветския Съюз! Би трябвало да се вземе от този лук, но по лютив, и да се натрият онези, които го купиха, на определени места, имам предвид органите за обоняние, защото ако бяха купили чушки, то трябва да се натрият други места – за да не правят повече такива глупости! Ние, в нашата необятна страна с различни климати не можем да се осигурим с лук. Това резултат на нашите възможности ли е? Или е резултат на нашето безхаберие (...)”* И без никакъв логически преход преминава към проблемите в Академията на науките. *“Да се върнем към трудовете на Лисенко. Той е критикуван от някой негодници (прохвосты). Счита, че Сахаров, млад академик, комунист, се е изказал не много умно. Академията на науките вече започва да се*

намесва в политиката. Ставало е въпрос за избор на член-кореспондент Ремесло [1] за академик. Той е прекрасен украински селекционер. Била е проведена огромна предварителна подготовка против Лисенко. В изказването си Сахаров е заявил: Лисенко е убил толкова и толкова хора и затова сега ние не трябва да приемаме Ремесло в академията, защото той стои на теоретичните позиции на Лисенко. [2].

Другари, за политическо ръководство, считам, че у нас са достатъчни нашата партия и Централния комитет, а ако Академията ще се бърка в политиката, ние ще я пратим по дяволите [3], защото Академията, ако продължава така, въобще не ни е нужна, защото науката трябва да отиде в различните отрасли на производството, където от нея ще има по-голяма полза, навремето тя е била нужна само за руската буржоазна държава, защото е нямала такава. Днес, в социалистически условия, тя е изживяла ролята си, тя е придатък и се проявява достатъчно лошо. Др. Сахаров е комунист, надарен човек, ние го ценим високо, но не е неговата работа да определя политиката ни. Той създаде водородната бомба, беше негово предложение. Но когато ние решавахме въпроса за създаването на по-големи бомби (той тогава още работеше по това), той гласува против: др. Хрушчов, каза той, аз съм против [4]. Виж какъв Христос, казвам аз. А той е комунист. Той е млад, разбира се, по нашите представи. Той е на 45 нали?” (Глас от залата: Той е безпартиен.) “Е, безпартиен, значи и с него трябва да се проведе работа, да се поработи с него. Аз мислех за това, но не ми се ще да навлизам в тези говняни (навозные) работи”.

Хрушчов не се и досеща, че това изказване ще се окаже последната му официална реч като лидер на комунистите на СССР. Близо три месеца след това, на 14 октомври с.г., в Москва се провежда историческият Пленум на ЦК на КПСС, когато по доклад от М. А. Суслов Хрушчов е обвинен в какво ли не – инкриминиране на монополното право на истината, пренебрежително и оскърбително отношение, унижаващо човешкото достойнство на своите съратници, прогресираща крайна грубост и нелоялност, капризничене и обидчивост, систематично занимание с интригантство и пр. и пр., под “бурните, и продължителни ръкопляскания на присъстващите” е снет от всички заемани ръководни длъжности.

Разбира се, не противопоставянето му на Академията и любовта му към “народния академик” Лисенко са причина за сгромолясването на Хрушчов. Но нека не забравяме, че десетилетието на управлението му е белязано с възхода и върховете постижения на съветската наука. Като се има предвид властта и характерът на първия секретар на ЦК на КПСС, трудно е да се предскаже каква би била съдбата на АН на СССР при друго стечение на обстоятелствата и друг ход на историческо развитие на тази страна...

КОМЕНТАРИ:

[1] Хрушчов бърка Нуждин с Ремесло, който също се е кандидатира за “академик”, но неговата кандидатура не стига до Общото събрание на АН, защото пропада още при предварителната селекция. Все пак В. Н. Ремесло става академик 10 години по-късно...

[2] Изказването на Сахаров пред Общото събрание на АН е: “Аз ще се изкажа много кратко. Всички признаваме, всички знаем, че научната репутация на академиците на съветската Академия на науките трябва да бъде безупречна. И затова сега, обсъждайки кандидатурата на Нуждин, ние трябва много внимателно да подходим към тази кандидатура. В официалния документ, който ни беше раздаден, има такива думи: “Много внимание отделя Н. И. Нуждин на такива въпроси като борбата с

антимичуриновските извращения в биологическата наука, постоянно изказвайки критично срещу различни идеалистични теории в областта на учението за наследствеността и изменчивостта. Неговите общофилософски трудове са свързани с по-нататъшното развитие на материалистическото учение на И. В. Мичурин и други корифеи на биологическата наука и са широко известни не само у нас, но и в чужбина”. На научната съвест на академиците, които ще гласуват, лежи как разбират реалното съдържание, скрито зад тази борба с антимичуриновските извращения, философските трудове на други корифеи на биологичните науки и пр. Няма да чета цитата втори път. Що се отнася до мен, то аз призовавам всички присъстващи академици да гласуват така, че единствените бюлетини, които ще бъдат “за” да са бюлетините на онези, които заедно с Нуждин, заедно с Лисенко носят отговорност за позорните и тежки страници в развитието на съветската наука, които, за щастие, вече са на привършване”.

[3] Тук сме превели израза, употребен от Хрущов, както е даден във “Фразеологичния руско-български речник”. Но в заглавието ние сме оставили израз, който е много по-сочен и многозначен...

[4] Събитието е разказано подробно в “Спомените” на Сахаров. На 10 юли 1961 г. в Кремъл се е състояло съвещание, на което Н. С. Хрущов обявява решението през есента на 1961 г. да се възобновят ядрените изпитания. Сахаров прави кратък доклад за проведената работа на неговия отдел, сяда на мястото си и написва известната записка до Хрущов за нецелесъобразността от възстановяването на ядрените взривове. След съвещанието, по време на обед, Хрущов “без да седне, изчака залата да затихне с чаша вино в ръка, с вид, че ще произнесе тост. Но той остави чашата на масата и започна да говори за моята записка – отначало спокойно, а след това все по-възбудено; лицето му почервения, от време на време речта му преминаваше в крясъци. Тази му реч продължи почти половин час. Ще се опитам да я възстановя по памет, макар че сега, след близо 20 години мога да допусна някой неточности. “Получих записка от академик Сахаров, ето тази (показва я). Сахаров пише, че нови изпитания на нас не са нужни. Но аз имам справка – колко такива изпитания сме провели ние, колко американците. Нима Сахаров може да докаже, че имайки по-малко изпитания, ние ще получим по-ценни сведения, отколкото американците? Какво – те да не са по-глупави? Не зная и не мога да познавам всички технически тънкости. Но броят на изпитанията е по-важен от всичко, без изпитания не е възможна никаква техника. Не е ли така?” (Понеже Хрущов не прочете моята записка, слушателите не разбраха моята аргументация). “Но Сахаров отива по-нататък. От техниката той преминава към политиката. Той вече се бърка не в свои работи. Можеш да бъдеш добър учен, но от политика нищо да не разбираш... Така че оставете на нас, волю или неволю специалисти в тази работа, да правим политиката, а вие правете своите бомби и техните изпитания, ние няма да ви се бъркаме и даже ще ви помагаме. Ние трябва да водим политиката от позиция на силата! Ние не го заявяваме на глас – но това е така! (...) Сахаров, не се опитвайте да ни диктувате, на нас политиците, какво да правим и как да се държим! Аз бих бил последния лигльо, а не Председател на Съвета на Министрите, ако слушах такива като Сахаров!”

Н. Ахабабян

(По материали на С. С. Илизаров “Вопросы Истории Естествознания и Техники”, 1999, № 1, сс. 165 – 175)

НЕКОИ СЪОБРАЖЕНИЯ ОТНОСНО РЕШАВАЩАТА РОЛЯ НА НАУКАТА ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА РАЗВИТОТО ЧОВЕЧЕСКО ОБЩЕСТВО

Вервайте ми братя, въпросът за смисъла и ползата от науката и научното познание е стоял много остро пред човека от самото му сътворение. Съдете сами по това, което е написано още в първата книга, Битие, на Светото писание:

"И Богъ каза: да създадемъ човека по Нашия образъ, по Наше подобие; и нека владее надъ морските риби, надъ небесните птици, надъ добитъка и надъ всяко животно, което пълзи по земята."

Като всеки творец, Бог е искал да осигури щастлив живот на своето най-висше творение - човека. Това ясно личи от думите:

"И Богъ ги благослови. И рече им Богъ: плодете се и се размножавайте и напълнете земята и обладайте я..."

Но Бог прекрасно е знаел, колко опасно може да бъде знанието за човека; че човекът, поради своята слабост и податливост на съблазни, неминуемо ще си навлече толкова по-големи неприятности, колкото повече знания придобива; че не само няма да може да живее щастливо със знанията си, но че дори ще се опита да ги използва, за да се самоунищожи. Затова, за да му осигури спокоен живот, Бог строго забранил на човека да се занимава с научни изследвания, казвайки:

"От всяко дърво в градината (Едемовата) свободно да ядешъ; но от дървото за познаване доброто и злото, да не ядешъ от него; защото въ деня когато ядешъ от него, непременно ще умрешъ."

Човекът, разбира се, не послушал своя мъдър Създател. Властта, която му била дадена от Бога над всичко живо по земята не му била достатъчна. Той искал да властва и над себеподобните си. А ключът към това се криел в научното познание. Затова човек, не без намесата и лошото влияние на жена си Ева, не издържал на изкушението да удовлетвори любопитството си и похапнал от ябълката на научното знание.

В началото, когато Бог създал човека, той си въобразил че е направил голямо и добро дело, защото самодоволно си казал:

"И Богъ видя всичко, което създаде; и ето, беше твърде добро..."

Но след като много скоро разбрал, каква грешка е направил, защото човекът - неговото най-висше творение - очевидно не бил достоен да живее в Едемовата (райската) градина, Бог го изгонил оттам заедно с жена му Ева. Въпреки това, човек ни най-малко не се отказал от вроденото си любопитство и неукротимата си страст към научно познание. Първото което направил било:

"И Адамъ позна жена си Ева, и тя зачна и роди Каина."

А тя пък не се посвенила да се похвали на всеослушание:

"Съ помощта на Господа, придобихъ човекъ."

Знаем що за човек бил този Каин (който станал родоначалник на цялото по-нататъшно човечество) и как той постъпил с брат си Авел.

Но да се върнем към науката. Човек упорито продължавал да се самозаблуждава и да не осъзнава колко опасно е за него всяко научно познание. Обладан от някаква красива но пагубна сила, той пеел безметежно:

"Напред, науката е слънце,

Кое то във душите греи,..."

и неудържимо се стремял към придобиване на все повече и по-дълбоки познания за окръжаващата го природа, като си въобразявал, че може да стане неин господар. Твърдял обаче, че прави това в името на някакви високи цели - висш стремеж към истината или пък облекчаване и подобряване живота на бедните.

За ускоряване на научния прогрес, той широко прибягвал до всякакви заклинания, като тези например:

"Да превърнем науката в пряка производителна сила." или пък:

"Чрез физическите науки - към технически прогрес."

Но истинската причина била друга - човек правел всичко това за да задоволява своите прекомерни амбиции и най-вече, за да си осигури възможност да властва над себеподобните си. И съвсем логично, всяко новопридобито научно познание било приоритетно и незабавно използвано за създаване на все по-ефективни и по-мощни оръжия, с помощта на които едни хора подчинявали и унищожавали други хора. Но не само това. Експлозивният напредък на индустрията, осъществяван в условията на задъхана конкурентна борба между хората, чиято главна движеща сила безспорно била науката, довел до сериозно увреждане на "заобикалящата човека околна среда", както той вече бил свикнал да нарича Божието творение, и до пряка заплаха за нейното унищожаване.

Вече съвсем отчаян от човека, въздъхна дълбоко, поклати тъжно глава,

"И рече Бог: човечеството няма да затрия.

Погине ще самó...от лакомия!"

ДАРЕНИЯ ОТ СЪРЦЕ

Людмил Вацкичев

Обучението и възпитанието на децата сираци е сериозен проблем, който у нас все повече се задълбочава поради постоянния недоимък във всекидневието на социално-слабите семейства и липсата на чувство за отговорност у някои родители към създаденото от тях поколение. Броят на децата, напълно лишени от родителска опека, нараства и институциите на българската държава поемат грижите за изоставените, осигурявайки им подслон, храна, обучение и възпитание до пълнолетието им. Домовете и училищата за деца-сираци обаче са недостатъчни да запълнят липсата на семейна среда, която за останалите малчугани е източник на любов и внимание към тяхната личност. Затова съпричастието на обществото към житейските проблеми на сираците сега е повече от необходимо, а благотворителността на отделни граждани, обществени групи, фондации и други е дейност, заслужаваща уважение и подкрепа. Днес Съюзът на физиците в България може да се гордее, че вече повече от 20 години е сред гражданските сдружения с идеална цел, която обхваща не само професионалните интереси на физичната гилдия, но и благотворителна дейност за подпомагане на младите хора, за които собственото им семейство е неизживяна мечта, оставаща за цял живот.

На 10.V. т.г. представители на Софийския клон на СФБ посетихме Помощното училище “Райна Княгиня” в гр. Роман, което приютава много деца без родители. И ако за нас радостта на посрещачите от “височайшето” посещение на толкова университетски професори и доценти и колеги от физическите институти на БАН може да предизвика само усмивка, за децата от училището това бе събитие, за което ще се говори дълго между тях. Защото посрещането бе естествена реакция на детската потребност някой да им окаже внимание, да ги приветства, погали и ги дари с обич и усмивка. В блесналите детски погледи, приветствени възгласи и ръкомахания прочетохме “Вие сте нашето семейство!” – думи на надеждата, която ни дава сили и ни задължава морално да продължим благотворителната си дейност и в идните години.

Конкретният повод, който събра нас и останалите посетители – учители-ветерани от училището, депутати и представители на областната и общинска управа – беше патронният празник на училището. От една година то носи името на една велика българка, която някога уши въстаническото знаме на априлци през 1876 г., чийто подвиг показва на Европа силата на възгласа: “Не щем робство, искаме свобода!” Церемонията по освещаване на училищното знаме бе последвана от тържествен концерт в местното читалище. Възрожденските песни, които възпитаниците на училището изпяха под акомпанимента на акордеон от тяхната учителка и директорка Венета Петрова бяха изпълнени с истинско родолюбие, детска непосредственост и ентусиазъм, в които се включихме и ние, физиците, припомняйки си мелодиите и стиховете от нашето детство. Благодарение на самоотвержените усилия на директорката В. Петрова и целия учителски колектив Помощното училище “Райна Княгиня” успя не само да преодолее административните затруднения и преустройства в образователната ни система, но и да предложи на децата със съдействието на общината и граждани от Роман обучение по цветарство, а в бъдеще – и по други специалности, които осигуряват шанс за професионална реализация след завършването на обучението. Софийските физици не само подпомагат децата със средства, облекло и други предмети, които правят по-приятно детското всекидневие и разширяват практическите възможности на училището. Физиците привличат като дарители българи дори от чужбина. Наред с традиционните дарения при посещението на празника учениците се сдобиха с електрическо влакче, с пишеща машина и две футболни топки, поемайки

задължението да се обадят на дарителите си, щом спечелят първия си мач с връстниците си от друго училище. Спонтанната радост, с която децата посрещнаха новите подаръци, вниманието и обичта, изразена към доц. Антония Пеева, която е най-дългогодишният радетел и организатор на благотворителната дейност сред физиците (наричаме я на шега Майка Тереза), показаха, че децата-сираци споделят и благодарят за нашата човешка съпричастност. Те сякаш се чувстват членове на създаденото от общественото милосърдие семейство и тази духовна принадлежност ги крепи в дните, месеците и годините на израстване. Така патронният празник на Помощното училище се превърна в семеен празник, след който ние, възрастните, се разделихме с децата, пожелавайки си нови срещи и още много години на близост, грижи и обич.

РЕШЕНИЯ НА XXXI НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЪПРОСИТЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

СИЛИСТРА, 15-18 май 2003 г.

КОНФЕРЕНЦИЯТА КОНСТАТИРА:

1. Най-силното противоречие между българската образователна система и европейските образователни системи по отношение на инженерните науки е, че у нас в последните класове, предназначени за профилирана подготовка, практически не се изучава физика, докато във всички европейски системи точно в тези години дисциплината “физика” се изучава най-усилено с хорариум не по-малък от 300 часа. Причината за този факт е в неточното регламентиране на учебните предмети, определящи даден профил.

2. Още по-тежко е положението в профилираните гимназии, където физика се изучава само като ОЗП, общо 108 часа. Значително по-малко от общия брой часове, които се изучават в чужбина.

3. Ниско е нивото на използване на нови технологии в обучението по физика, както в средните, така и във висшите училища. Налице е изключително голямо изоставане в сравнение с всички европейски страни.

КАТО ИМА ПРЕДВИД НАПРАВЕНИТЕ КОНСТАТАЦИИ И ПОСТЪПИЛИТЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ, КОНФЕРЕНЦИЯТА РЕШИ:

1. Да бъде направено предложение до Министерство на образованието и науката и Комисията по образование и наука към Народното събрание за привеждане на обучението по физика в съответствие с това в страните с развити образователни системи:

а) Националната конференция смята, че трябва да се промени Наредба № 6, като броят на часовете по физика в частта за общозадължителна подготовка за професионалното училище се изравни с този в общообразователните училища. За постигане на тази цел от часовете за ЗИП да се дадат нужните часове за общообразователния минимум;

б) МОН да определи учебните дисциплини, които формират даден профил. В природо-математическия профил задължително да участва учебният предмет физика.

2. Да се премине към профилирани матури по основни направления:

а) природни науки;

б) хуманитарни науки.

3. Да се преработи учебната програма по ОЗП като част от основните за физиката знания се върнат от програмите за второ равнище в програмите за първо равнище.

4. Да се въведе магистърска степен за учители по физика, която да им дава подготовка, достатъчна за успешно преподаване на предмета и на второ равнище в 11 и 12 клас.

5. Да се увеличи преддипломната практика за студентите от учителските специалности, изпълнявана с откъсване.

6. Да се усъвършенства нормативната документация, регламентираща заплащането на учители с различни квалификационни степени.

7. Да се организират квалификационни курсове за формиране на умения за планиране на цялостния учебен процес в случаите, при които физиката се изучава като част от профилиращата подготовка на основата на:

- съответствие с останалите профилиращи предмети;
- съответствие със спецификата на училището и нуждите на учениците;
- съответствие с ОЗП по физика.

8. Националната конференция настоява МОН да назначат експерти по физика във всички регионални инспекторати.

9. Чрез печата и срещи в МОН УС на СФБ и видни специалисти по физика да информират обществеността и ръководството на министерството за сериозните последици от следните два факта:

а) поредното снижаване на равнището на обучението по физика в средното училище и

б) оряждането на хорариума на физиката в техническите и медицинските университети.

Те ще доведат до невъзможност на студентите в тези университети да усвояват съвременните постижения в развитието на науката и нейните приложения и до реална опасност за непризнаване на дипломите им в чужбина.

10. Конференцията настоява да се премахнат законовите ограничения при обявяване на конкурси за написване на учебници МОН да одобрява повече от 3 учебника за даден клас и учебен предмет.

11. Висшите училища да обявяват своите изисквания и критерии по конкурсните изпити по физика в началото на предходната учебна година

12. Университетите и Институтите за повишаване на квалификацията да организират обучение и сертифициране на педагогическите кадри за използване на нови технологии на няколко нива на компетентност:

- използване на елементарно ниво;
- използване в учебния процес и обучение с учебен софтуер;
- специалисти за обучение на учители.

13. Да се сформира работна група за подбор на образователни програми, които да се включат в сайт на природните науки в частта физика.

14. Конференцията приветства откриването на специалност “Физика и информатика” във филиала на Русенския университет, Силистра, като пример за такова обучение и в други университети.

15. Конференцията препоръчва УС на СФБ да създаде работни групи, които да организират действията по изпълнение на тези решения, а също – за обсъждане на учебниците по физика за средните училища.

ПРОФ. ДФН СЛАВКО ОРМАНДЖИЕВ

(1928 – 2003)

Славко Иванов Орманджиев е роден през 1928 г. в Бургас. Средното си образование е завършил в софийската V-та мъжка гимназия. Още като ученик се увлича по радиотехниката и започва работа във фирмата “Радио ИРА”, където ремонтира радиоприемници. През 1952 г. Орманджиев постъпва като студент по специалността Електроинженерство (слаби токове) в Политехниката, като завършва следването си с отличие през 1957 г. По време на следването е единствен в курса с богат практически опит, от който се ползват неговите колеги. През същата година Славко Орманджиев постъпва като асистент в Катедрата по атомна физика на Физико-математическия факултет на Софийския университет, където работи до края на научната си кариера, преминавайки през всички научни степени и звания.

Научните и приложни постижения на проф. Орманджиев са значими и разнообразни. Компетентността му в областта на електрониката и най-вече в електронната измервателна техника е огромна и всепризната. Още през първите си години в Катедрата по атомна физика на Софийския университет и в съответната Катедра на Московския държавен университет, а по-късно в Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна, той създава оригинални измервателни методи и реализира електронна апаратура за тях. Заслужава да се отбележат изследванията му върху прецизиране на методите за измерване на импулси от източници на радиоактивно лъчение, върху ефекта на Мьосбауер и много от приложенията му, разработването и конструирането на Мьосбауеров спектрометър, а по-късно и на фамилия спектрометри. Друга област от творческата дейност на проф. Орманджиев е медицинската електроника. Той бе измежду първите у нас, който започна работа в тази област. Известни са неговите разработки върху анализа на мозъчната електрична активност, върху цитологичните изследвания, върху някои аспекти на анализа на електрокадриограмата и др. Заслужават внимание и постиженията му в областта на някои общи проблеми на измервателната електроника: негови разработки са свързани с прецизно аналого-цифрово преобразуване, диференциален аналого-цифров преобразувател, приложим за ядрено-физически измервания, и др.

Творческата активност на проф. Орманджиев бе невероятно интензивна и разнообразна. Всички негови научни изследвания са развити в приложими методи и накрая – реализирани в конструиране на съответна апаратура. Той бе изключително компетентен и работоспособен във всички фази на творческия процес, което му позволи да доведе до край своите творчески идеи. Напълно основателно бе признат за доайен на физичната електроника у нас и ще остане уважаван учен и обичан колега сред всички, които са имали възможността да общуват с него.

Поклон пред светлата му памет !

Ст.н.с. д-р НЕДКА МАРИНОВА СПАСОВА

(1944 – 2003)

На 29.03.2003 г. след продължително и тежко боледуване почина нашата уважавана колежка, ст.н.с. II ст. д-р Недка Маринова Спасова. Недка Спасова завършва Физическия факултет на СУ “Св. Климент Охридски” през 1967 г. в първия випуск със специалност “астрономия”. През 1970 г. е избрана за научен сътрудник в Секцията по астрономия при БАН, сега Институт по астрономия. Целият ѝ живот на учен и изследовател протече в Института по астрономия. През 1978 г. Недка Спасова защити докторска дисертация, а през 1987 г. беше избрана за ст.н.с. II ст. Ст.н.с. д-р Недка Спасова положи много усилия за организирането на работата в ИА и в Националната астрономическа обсерватория. Тя взе участие в първите тестове на огледалото на двуметровия телескоп и в съставянето на наблюдателната му програма. Ст.н.с. д-р Недка Спасова изпълняваше важни ръководни длъжности, като: научен секретар (1990 - 1993), и.д. директор на ИА (1995), дългогодишен член на НС на института и Председател на НС (1995 - 1999), ръководител на сектор “Звездни купове” (от 1995 до смъртта ѝ). Организирането на работата по звездни купове в ИА и в НАО – Рожен на най-високо съвременно равнище е заслуга на ст.н.с. д-р Недка Спасова. Тя беше организатор от българска страна и на редица успешни международни сътрудничества, особено с Италия, Русия и САЩ. Нейните дългогодишни усилия ѝ донесоха признание от световната астрономическа колегия. Научните ѝ трудове са цитирани повече от 200 пъти. Ст.н.с. д-р Недка Спасова отделяше много време и сили за преподавателска работа и обучение на млади специалисти. Чела е лекции в ПУ “Паисий Хилендарски”, Югозападния университет “Неофит Рилски” и СУ “Св. Кл. Охридски”. Ръководила е дипломанти и докторанти.

Ст.н.с. д-р Недка Маринова Спасова ни напусна твърде рано, в разцвета на творческата си зрялост и много ще ни липсва. Ще ни липсва човекът, който в трудни моменти се издигаше над личното в името на една кауза. Ще ни липсва нейната ерудиция, нейната активна и ясна позиция, нейната точна преценка за хора и събития. Ще ни липсва като съветник и приятел.

Поклон пред светлата ѝ памет !

Проф. д-р ВЛАДИМИР ГЕОРГИЕВ ШАРОВ

Роден е на 21.08.1933 г. в София. Завършва през 1958 г. с отличие Физико-математическия факултет на Софийския университет, специалност физика, профил “метеорология и геофизика” и веднага постъпва на работа в ИХМ (понастоящем НИМХ), където работи до последните дни от живота си. През 1969 г. защитава кандидатска дисертация на тема “Нов модел на зоналната циркулация в атмосферата” и през 1984 г. защитава докторска дисертация на тема “Асимилиране на спътниковата информация за възстановяване и анализ на метеорологичните полета”. От 1988 г. е старши научен сътрудник I степен.

При постъпването му на работа в отдел “Прогнози”, организира и ръководи сектор за средносрочни и дългосрочни прогнози на времето до 1967 г., когато във връзка със създаването на международната програма ИНТЕРКОСМОС полага основите и ръководи научните изследвания и оперативната дейност в областта на спътниковата метеорология в България. През периода 1989 г. - 1993 г. е ръководител на направление “Метеорология” към НИМХ – БАН. От ноември 1993 г. до юли 1999 г. е директор на НИМХ-БАН.

През 1971 г. е избран за член на Постоянната работна група по космическа метеорология към ИНТЕРКОСМОС. По-късно през 1976 г. е избран за член на Изпълнителния комитет на комисия “А” към КОСПАР. За член на тази комисия е избран до края на 1992 г. Многократно е бил организатор, председател и поканен докладчик на редица международни работни срещи, научни конференции и симпозиуми.

През периода 1977 г. - 1981 г. чете лекции по спътникова метеорология във Физическия факултет на СУ “Св. Климент Охридски”. Бил е ръководител на дипломните работи на десетки студенти. Под негово ръководство са изготвени и успешно защитени пет кандидатски дисертации, от които две на аспиранти от чужбина.

В научния съвет на института е участвал повече от 25 години, като е бил председател на Специализирания научен съвет по геофизика към ВАК. В продължение на две години е член на Управителния съвет на БАН. Повече от 15 години е научен секретар на Националния комитет по изследване и използване на космическото пространство. Бил е член на Научната експертна комисия към Министерството на науката, висшето образование и културата.

Научно-приложната му дейност в областта на метеорологията е съпътствала целия му живот на специалист и учен. Основните му приноси са в областта на средносрочната прогноза на времето, общата атмосферна циркулация, регионалната синоптика и спътниковата метеорология. Има над 100 научни труда и публикации у нас и в чужбина. С неговата кончина научната общност загуби един от най-значителните представители на българската метеорология, учен с голямо международно присъствие и признание, прекрасен човек, колега и приятел.

Поклон пред паметта му!

ДЕМОНЪТ В ЕТЕРА:

ЖИВОТЪТ НА ДЖЕЙМС КЛАРК МАКСУЕЛ

Мартин Голдман

Част III.

Из Глава 11



Без съмнение откритието, което неделимо се свързва с името на Максвел, е формулировката на системата от уравнения за електромагнитното поле, известни навсякъде като уравнения на Максвел. Ако изследванията му по теория на газовете

разкриват интуитивната страна на неговия гений, то работите му по електромагнетизма най-ярко демонстрират неговата философска природа.

В първата си статия, в Кеймбридж, той построява хидродинамичен модел на етера, в който са отразени познатите закони на магнетизма и теоретичните възгледи на Майкъл Фарадей, представени “в картинки”. Обаче експериментите на Фарадей (и други) вече са показали, че електричеството и магнетизмът са много силно свързани помежду си: движещото се електричество поражда магнитно поле, а движещият се магнетизъм създава електрични полета. Поради това първият модел още отначало е непълен. Максвел го отхвърля и построява изцяло нов модел на етера, значително по-сложен, със зъбчати колела и лагерни топчета из цялото пространство. Той не само обхваща *всички* познати експериментални факти, но води до драматичното предсказание, че електричното и магнитното полета са независими, макар и взаимно свързани, и че могат да се разпространяват като вълна, чиято скорост се оказва тъждествена на светлинната. От този момент нататък оптиката и електромагнетизмът стават една единна област, а не разделени дисциплини, каквито са били още от зараждането на древногръцката наука.

Незадоволен от този успех, Максвел разрушава построената от него машина и построява трети, математически по-строг, модел на електромагнетизма, който съществува и до днес. Този небивал подвиг на въображението - да отхвърлиш два чудесно работещи модела, за да се впуснеш след едно ново видение, - е безпрецедентен в историята на науката. Далеч по-късно този подвиг донякъде е повторен от Ричард Файнман, който в двубоя си с квантовата механика разработва три принципино различни подхода към нея.

Максуел започва сериозно да се интересува от електромагнетизма през 1854 г., когато в еуфорията си след Трайпс в Кеймбридж решава, че е дошло време да се залови с истинска наука.

За един философски настроен физик състоянието на знанията за електромагнетизма е представлявало особен интерес и е изиграло голяма роля в развитието на идеите му. От една страна това състояние се определя от онези негови математически настроени предшественици, които, започвайки от Нютон, вярват в действието на разстояние. От друга страна тук е Фарадей, който не е знаел математиката, но не е приемал идеята за действие на разстояние.

Вместо сложностите на математическото описание Фарадей търси такива обяснения на електричните и магнитни ефекти, които са нагледни и разбираеми. Ключ му дават красивите форми, образувани от железни стърготини, пръснати върху лист хартия, до който е разположен магнит. Под влиянието на магнита стърготините сами стават малки магнитчета и се подреждат от полюс до полюс. Линиите, които те образуват, Фарадей нарича силови линии; те сочат посоката на магнитната сила във всяко звено от веригата на стърготините. Те очертават тези силови линии в пространството вън от магнита, част от тях се връщат обратно към него, а всички заедно образуват силово “поле”.

Вместо един магнит да упражнява сила върху друг, отдалечен на някакво разстояние, Фарадей представя първия магнит като източник на силови линии, които излизат в пространството, закривяват се, връщат се обратно и отслабват с

отдалечаването си. Тогава силата, изпитвана от другия магнит, ще зависи от интензитета на силовите линии в неговата близка околност. Разбира се, законите на електростатичната и магнитостатичната сила стоят на здрава експериментална основа и предсказанията на теорията за действие на разстояние остават незасегнати - Фарадей предлага само друг модел на същите явления.

Би било много естествено да предположим, че Максвел, който така блестящо прилага идеята за действие на разстояние към теорията на газовете и пръстените на Сатурн, не би симпатизирал на Фарадей. Той обаче не желае да прави прибързани заключения:

(...) реших да не чета никаква теория, преди да съм се запознал с експериментите на Фарадей по електричеството. Знаех, че трябва да има разлика между обяснението на явленията, дадено от Фарадей, и това на математиците, така че те говорят на различни езици. Бях обаче убеден, че това различие не означава, че някоя от страните греши.

Към ноември 1854 г. той вече е овладял основите на предмета. Заедно с това възприема от Фарадей стила на научно изразяване: ясно, без никакви подвеждащи недомлъвки, навеждащо на нови идеи. Това Максвел нееднократно подчертава в своя *Трактат*:

В неговите публикации идеите са изразени на език, който е най-подходящ за една зараждаща се наука, преди всичко с това, че е чужд на стила на физиците, свикнали на математическа формулировка на мислите си.

Но повече от всичко Максвел вярва в силовите линии на Фарадей:

Красивата илюстрация на наличието на магнитни сили, която дава този експеримент, ни кара да вярваме в реалността на силовите линии (...)

Максвел стига до убеждението, че неясните идеи на Фарадей в действителност могат да бъдат строго формулирани:

Продължавайки да изучавам Фарадей, аз разбрах, че неговият метод за обясняване на явленията е също така математически, макар да не е представен в конвенционалната форма на математическите символи. Установих също, че методът може да се изрази в обичайните математически форми и така да стане съпоставим с този на другите математици.

Действително, някои от най-трудните и мощни техники, развити от математиците за решаване на уравнения в специални случаи, се оказват лесно изводими въз основа на Фарадеевия модел. Философски погледнато, твърде интересен се оказва фактът, че идеята за силовите линии работи също така добре, както действието на разстояние:

Сравнението, от философска гледна точка, между резултатите на двата метода, така противоположни в своите изходни принципи, трябва да доведе до ценни заключения относно предпоставките на научното търсене.

Първата статия на Максвел по електромагнетизма е докладвана пред Кеймбриджкото Философско общество на два пъти - в края на 1855 г. и в началото на 1856 г. Статията започва с пространно философско въведение (характерно за трудовете по електромагнетизъм), в което той се старае да приложи към моделите и аналозиите във физиката получения от Фарадей урок за “своеобразния стил”.

За да разбере проблемите на науката, ученият трябва да овладее значителен обем от твърде сложна математика, а само задържането ѝ в паметта чувствително пречи на по-нататъшния напредък. Поради това за ефикасното овладяване на науката от значение е опростяването и редуцирането на резултатите от предишестващите изследвания до вида, който би позволил на ума да ги обхване. Резултатите от подобно опростяване може да бъдат под формата на чисто математически израз или на физическа хипотеза. В първия случай губим напълно представа за явленията, които трябва да се обяснят; и макар че можем да проследим следствията от дадени закони, никога не можем да добием ясна представа за връзките на нещата. Ако от друга страна приемем някаква физическа хипотеза, ще виждаме явленията само под определен ъгъл и ще станем жертва на онази слепота спрямо фактите и прибързаност на предположенията, която е резултат от частичното обяснение. Следователно трябва да намерим такъв метод на изследване, който би ни позволил на всяка отделна стъпка да разполагаме с ясна физическа представа, без да се обвързваме с теорията, от която е взета тази представа, така че нито да се увлечем встрани от обекта в търсене на математическа строгост, нито да загубим истината заради любимата си хипотеза.

Максуел започва статията с нов физически модел на силовите линии, като ги разглежда подобно на поточни линии в течност. Електричният заряд е подобен на помпа, която непрекъснато изхвърля течност. Потокът на течността дава посоката на еквивалентните силови линии, а скоростта ѝ е еквивалентна на интензитета на силата. Тогава законът за обратните квадрати е просто твърдението, че течността е несвиваема и извира сферично (площта на сферата расте с квадрата на радиуса). За да моделира свойствата на различните диелектрици, т.е. факта, че един и същ заряд създава различни електрични полета в различни вещества, Максвел приема, че всяка среда оказва различно съпротивление на потока на течността.

Втората част на статията е по-различна. Тя разглежда връзката между електричеството и магнетизма. Фарадей е открил, че ако метална рамка се движи в присъствието на магнит, в нея се индуцира ток. Ако наблизо няма магнит, нищо не се случва. Фарадей изказва хипотезата, че магнитът създава особено състояние в проводника, което той нарича електротонично и което при движение поражда токове.

По-късно Фарадей се отказва от тази идея: намира, че не е нужно да постулира такова особено състояние, за да обясни наблюденията. Но Максвел не му позволява да се оттегли така лесно:

Предположението на един философ, който е така фамилиарен с природата, понякога може да е носител на повече истина от най-добрия експериментално установен закон и макар да не сме задължени да го приемаме като физическа

истина, то може да ни послужи като нова идея, с чиято помощ математическите ни постройки да станат по-ясни.

Максуел още не е в състояние да намери нагледен физически модел за електротоничното състояние, за експерименталните закони на електромагнитната индукция. Това той ще направи по-късно. А междувременно се обръща към един чисто математически модел и отъждествява електротоничността с величина, която днес е известна като магнитен векторен потенциал (A).

Само по себе си това не е нещо удивително: Максвел просто заменя една променлива с друга като математически еквивалент на неговата хидродинамична аналогия. Вместо да записва електродвижещата сила около проводниковия контур като равна на скоростта на изменение на пълния магнитен поток през контура, той я записва като скорост на изменение на векторния потенциал по контура. Съществена обаче е математическата форма: като използва развита от Томсън аналитична техника, Максвел успява да замени с диференциално уравнение приетата дотогава формулировка с помощта на интегрално уравнение. Той разбира, че това е твърде съществен момент. Именно като изразява законите на електромагнетизма в диференциална форма, Максвел успява да направи първия пробив в проблема. Когато преди него Ампер твърди, че магнитната сила около един въображаем контур с проводник, прекаран през средата му, е равна на тока през този проводник, той използва интегрален израз (*пълната* магнитна сила *около* контура е равна на *пълния* ток през него). На три места Максвел подчертава в статията си, че законът на Ампер е проверен само в интегрална форма, около затворени контури. Именно с преминаването към диференциални изрази и с анализа на произтичащите изменения в закона на Ампер Максвел стига до предсказанието на електромагнитните вълни.

Локалното или диференциално описание на електромагнетизма е естествен израз на Фарадеевите идеи, в които силовите линии се разпространяват непрекъснато в пространството, като силата във всеки един елемент зависи от непосредствените съседи и този ефект преминава от елемент на елемент по една непрекъсната верига. Затова Максвел бърза да прати на Фарадей копие от статията. Отговорът не се забавя:

Драги господине, получих Вашата статия и много Ви благодаря за нея. Не бих се осмелил да Ви благодаря за казаното относно “силовите линии”, защото разбирам, че правите това в името на философската истина; все пак това много ме окуражава. Отначало бях почти уплашен, когато видях каква математическа мощ е приложена към проблема, но после с удоволствие видях, че така нещата стоят много добре. Пращам Ви друга своя статия. Любопитно ми е да знам Вашето мнение за нея. Надявам се, че ще оправдаете някои твърде дръзки идеи. Надявам се това лято да направя някои експерименти върху времето на магнитното действие или по-скоро върху времето, необходимо за установяването на електротонично състояние около проводник, по който тече ток. То може да е така кратко като времето на светлината; но значителността на резултата, ако той е положителен, ме кара да не се отчайвам. Вероятно не би трябвало да споменавам за това, защото често съм много бавен при осъществяване на планове си, а и отслабващата ми памет е срещу мен.

Ваши предан: М. Фарадей

Фарадеевите *Размисли върху вибрациите на лъчите* са публикувани преди 11 години и към 1864 г. Максвел ги е прочел и ги цитира в статия, излязла през същата година. Но идеята за *времето* на магнитното действие, което Фарадей най-после е решил да измери, вероятно е поразила Максвел като гръм от ясно небе. Ако електромагнитните ефекти не са мигновени, това, разбира се, би било прекрасен аргумент в полза на силовите линии, защото какво би представлявала силата, която е напуснала своя източник, но още не е пристигнала до целта, ако не някакъв вид флуктуация, пътуваща по силовите линии?

Между Фарадей и Максвел започва редовна кореспонденция. Фарадей му праща друга своя статия, в която се опитва да разпространи схващането за силови линии към гравитацията. Когато всички линии упражняват оттласкване вместо притегляне, гравитацията също би могла да се включи във Фарадеевата геометрична картина на света. В писмото на Фарадей се съдържа пасаж, който звучи твърде съвременно:

Така се натъкваме на големите въпроси относно гравитацията: Нужно ли е време за нея? Има ли тя полярност относно “външната част на вселената” или относно нещо друго? Има ли някаква връзка с електричеството? И дали тя лежи в самата основа на материята, масата или инерцията?

Първият и последният въпроси стоят в самата сърцевина на общата теория на относителността, а връзката на гравитацията с електричеството занимава Айнщайн близо 40 години и едва в последно време има известен напредък по този въпрос (днешният отговор гласи: “Може би, да”).

Може Фарадей да се е ужасявал при вида на математиката, но неговото въображение и интуиция са били поразителни. Семето на *Времето*, което той е посял в ума на Максвел, пуска корен и разцъфтява в неговата следваща статия *Върху физическите силови линии*, публикувана в три части през 1861 и 1862 г. Тук Максвел се заема със задачата “да се създаде механична представа за електротоничното състояние”. За целта той развива механичен модел на етера, който би позволил да се обясни електромагнитната индукция (връзката между движещи се електрични и магнитни полета). Така той обобщава простите статични свойства на полетата, които разглежда в първата си статия.

Неговият трик е да запълни пространството с микроскопични въртящи се клетки, чиито оси лежат върху линиите на магнитната сила. Максвел ги нарича “молекулни вихри”. Когато едно тяло се върти, центробежната сила изтласква екватора навън и го издува. Земята има точно такава издутинка: нейният диаметър от полюс до полюс е *по-къс* от диаметъра на екватора. Да предположим, че Вселената е запълнена с етер, изграден от молекулни вихри - малки въртящи се частици, наредени с полюсите си по магнитното поле. Да предположим по-нататък, че колкото по-силно е магнитното поле, толкова по-бързо те се въртят. Тогава центробежната сила ще ги свива по линията на полюсите и ще поражда напрежение, а екваториалното издуване ще ги кара да се притискат, поради което между съседните силови линии ще възниква взаимно отблъскване. Това са *точно* онези свойства, които магнитостатиката трябва да обясни с помощта на силовите линии. Така пише Максвел на Фарадей.

Изхождайки от идеята за някакво магнитно въртене в ‘етера’, Максвел разработва общата математическа форма на пълната сила, действаща върху малък обем от

средата, и установява, че тя може да се разбие по естествен начин на различни приноси. Един член дава ‘магнитния’ обратноквадратичен закон за разпределението на магнитните ‘заряди’ в обема. Друг член изразява стремежа на парамагнитите (диамагнитите) да се преместват навътре в (навън от) областите на по-силно магнитно поле. Третият член дава приноса към магнитната сила в x -посока, зависещ от магнитното поле в y -посока и от вихровата скорост (тъждествена на магнитната *сила* по хипотезата на Максвел). В локалната (или диференциална) формулировка, която Максвел предпочита, има механична сила, която се определя от ротацията на магнитната сила в xy -равнината.

Забележителното откритие на Ампер е в това, че именно такава циркулираща магнитна сила се създава от електричният ток, така че, като отъждествява своя ‘*rot*’ член с електричен ток, Максвел включва в модела си закона на Ампер. Така той успява да обясни създадената от полето механична сила върху проводник, по който тече ток.

За да се въртят молекулните вихри в една и съща посока, трябва между тях да има лагери - паразитни колелца. Максвел прави смелата стъпка да отъждестви паразитните колела с частиците на електричеството. Тяхното движение завърта молекулните вихри: електричният ток ще накара паразитните колела да се въртят и да създават магнитно поле около тока. По същия начин, ако вихрите се въртят, т.е. ако магнитното поле има ненулева ротация, тогава паразитните колела ще се задвижват, т.е. възниква електричен ток. Така законът на Ампер вече не е добавен *ad hoc*, а е вграден в структурата на модела на Максвел. Той илюстрира модела с картинка (с. 149), в която молекулните вихри са изобразени като шестоъгълници от чисто естетични съображения; в статията Максвел пише, че *пресмятанията* му са за сферични клетки.

Сега Максвел е готов да включи в модела си и откритата от Фарадей електромагнитна индукция. Да започнем с постоянно магнитно поле и стационарни, макар и въртящи се паразитни колела. Да променим магнитното поле в първия слой от вихри. Тогава периферните скорости на вихрите в първия и във втория слой няма да съвпадат и затова електричните заряди между тях ще се увеличат и ще възникне ток. Скоро обаче токът ще спре и магнитното поле на втория вихров слой ще бъде увлечено, за да се изравни с първото по ъглова скорост. По такъв начин променливите магнитни полета създават токове.

Максвел е осъществил също така амбицията си да намери механично обяснение на електротоничното състояние, което той в първата си статия е разгледал само като формално математическо твърдение: това е моментът на електричните заряди на паразитните колела в елементарен обем на етера.

С този извод Максвел завършва втората част на статията си. Със своя модел той е “обяснил” известните експериментални закони и с един замах е запълнил вселената със сложна етерна машина от молекулни вихрови зъбни колела, лагерирувани от електрични паразитни колела.

Има убедителни доказателства, че Максвел е възнамерявал с това да завърши статията си. Той надлежно посочва, че моделът му, колкото и да е успешен, служи

по-скоро като помощно средство отколкото като убеждение, че Природата наистина е така устроена.

Когато обаче взима лятната си отпуска и заминава в Гленлеър, на него му хрумва идея, която го довежда до предсказанието на електромагнитните вълни. Като обмисля молекулните вихри, той се досеща, че те се въртят като цяло и следователно трябва да са твърди. От друга страна те могат да се сплескват толкова повече, колкото по-бързо се въртят. Следователно те трябва също да са магнитно еластични.

След това той преразглежда електричните паразитни колела. По-рано е предположил, че те могат да се движат напълно свободно около молекулните вихри. Но при допир до границите на масивни молекули те изпитват съпротивление - то е по-малко за проводниците, но е голямо за изолаторите. В диелектриците съпротивлението е толкова голямо, че електричните заряди в тях остават неподвижни. Но от лабораторните си занятия Максвел знае, че макар вътре да няма електрични токове, електричното поле прониква и много лесно преминава през диелектриците.

Проводникът може да се сравни с порьозна мембрана, която повече или по-малко оказва съпротивление на преминаването на флуида, докато диелектрият е подобен на еластична мембрана, която може да е непроницаема за флуида, но предава неговото налягане от едната си страна към другата.

Идеята е, че електричното поле кара паразитните колела да се движат, а това води до механична тангенциална деформация на вихрите. А тъй като те са еластични, оказват съпротивление, докато еластичната сила не се уравни с приложеното електрично поле. И той прави опит да изчисли електричната еластичност на средата.

Вече няма и помен от философската съдържаност на първата част на статията относно реалното съществуване на средата. Сега Максвел твърдо вярва в нея. И това не е чудно, защото той вече се е устремил с всичка сила към своя велик резултат. Ако средата е еластична, тогава всяко малко закривяване в нея ще се разпространява през нея като вълна, подобно на вълните по опъната гумена лента. В средата на Максвел трябва да възникват електромагнитни трептения.

Във всяка еластична среда скоростта е равна на квадратния корен от еластичността, делена на плътността. Затова от своя резултат за еластичността на средата Максвел пресмята скоростта на тези трептения и тя се оказва удивително близка до скоростта на светлината (Максвел получава 193 088 мили за секунда, а тогавашният експеримент е давал 193 118 мили за секунда).

Това е забележителен резултат. С помощта на една доста крехка верига от разсъждения (моята среда е еластична, всички еластични среди пренасят вълни, следователно моята среда също трябва да пренася вълни) Максвел свързва в едно електромагнетизма и оптиката. Някак си изглежда разбираемо, когато след много страници от тежки изчисления, се правят дълбоки предсказания. Но да направиш разтърсващи предсказания просто на основата на разсъждения от 7 реда (както е при Максвел), трябва да имаш огромна увереност, интуицията и дълбокото прозрение на гения.

Максуел е напълно уверен в правилността на своя резултат. А когато се връща в Лондон, пише на Фарадей:

Когато започнах теоретически да изследвам електричеството, аз се стараех да избягвам всичките стари традиции за сили на разстояние, а след като прочетох Вашите статии като първа стъпка към правилното мислене, прочетох и останалите, като ги тълкувах, но никога не си позволих да обясня нещо с помощта на тези сили. Именно защото започнах да чета за електричеството едва след като се бях освободил от всякакви предразсъдъци, успях, струва ми се, да вникна в някои от Вашите идеи (...)

В част IV, последната част на статията, е обсъден магнитооптичният ефект на Фарадей и по този начин цикълът се затваря с ефекта, който е довел Максвел до идеята за молекулните вихри. Това е *единственото* място в цялата статия, където свойствата на вихрите могат пряко да играят роля в някакво експериментално наблюдаемо явление; във всички други случаи вихрите се използват, за да се обяснят процесите, но те отпадат от окончателните отговори, в които остават само макроскопски, пряко наблюдаеми величини.

С това Максвел завършва една от най-забележителните научни статии, която някога е писана. Направена е огромна крачка в развитието на физиката, макар че неминуемо остават още много неща да се доизяснят.

Основният въпрос, който Максвел трябва да изясни, е този за статута на неговия модел на етера. Този модел му е позволил да направи редица предсказания, но в никое от тези предсказания (с изключение на магнитооптичния ефект) той не участва в явен вид. Максвел е убеден, че експериментът е този, който трябва да провери валидността на теорията, а трябва да направи такива недвусмислени предсказания, които експериментът да провери.

Ако с помощта на същата хипотеза съумеем да свържем явленията на магнитно привличане с електромагнитните явления и с тези на индуцираните токове, ние ще сме намерили теория, която би могла евентуално да се опровергае само от експерименти, които значително ще разширят нашите знания за тази област на физиката.

Сега Максвел се залавя да преработи своите резултати за електромагнетизма, за да изясни дали и къде молекулните вихри са принципно важни.

Тук той вече има предшественици. В термодинамиката вторият принцип, който несъмнено е верен, е изведен най-малкото по два начина въз основа на модели, които несъмнено са неверни: Ранкин - въз основа на молекулните вихри и по-рано Сад Карно открива закона въз основа на идеята за топлорода. Така че Максвел добре познава забележителната способност на науката да се “самозацикля”. Дали и сега не е станало така?

Нужни са му три години, преди да стигне до отговора: “да”. Към края на 1864 г. той пише на Келвин:

Вече мога да намеря скоростта на пренасяне на електромагнитните смущения независимо от каквато и да е хипотеза и тя е $= v$ (скоростта на светлината), като смущенията трябва да са напречни на посоката на разпространение, защото иначе няма разпространение.

Той вече не се нуждае от своя етерен модел, за да получи скоростта на светлината - и при това без никакви неопределености относно точната ѝ стойност. Тук той не може да съдържи радостта си:

Също имам една почти готова статия: с електромагнитна теория на светлината и, ако не ме убедят в обратното, смятам, че ще бъде голямо нещо.

Той не преувеличава, статията наистина е нещо голямо.

В статията си от 1861 г. Максвел интерпретира експериментите по електромагнетизма с помощта на един модел. После прави още една стъпка напред: моделът му предлага възможност да съществуват еластични вихри, по които могат да се разпространяват електромагнитни трептения.

Сега в доклада *Динамична теория на електромагнитното поле*, прочетен пред Кралското общество през декември 1864 г., той преминава чрез пряк математически извод от диференциалните закони на електромагнетизма, съдържащи като променливи само електричното и магнитното полета, към вълново уравнение, без изобщо да го е грижа дали средата е идеално твърдо тяло, а и без изобщо да споменава за някаква среда:

По един предишен повод аз се опитах да опиша един особен вид движение и особен вид напрежение по такъв начин, че да се обясняват явленията. В настоящата статия не правя никаква подобна хипотеза; а когато използвам термини като електричен импулс и електрична еластичност по повод познатите явления на индукция на токове и поляризация на диелектрици, аз искам само да насоча читателя към механичните явления, които биха му помогнали да разбере електричните явления. Всички такива изрази в настоящата статия трябва да се възприемат като илюстративни, а не като обяснителни.

По-късно Максвел така ще съпостави двете си статии по електромагнетизма:

Първата е построена по начин, който показва, че явленията могат да се обяснят механически. Втората е построена върху Лагранжевата динамика и не знае за никакви вихри.

В статията си от 1861 г. Максвел прави едно принципно важно изменение в експериментално получените закони на електромагнетизма, което е не само детайл на модела: той добавя тока на отместване към обикновения ток в закона на Ампер. Важно е било да се провери дали този допълнителен член е оправдан. Още през декември 1861 г., след като едва е завършил своя механичен модел, той проверява дали е възможно някакво друго изменение в закона на Ампер. Убеждава се, че неговото допълнение към закона е правилно и е единственият допълнителен член, който е необходим за преминаването от интегралната форма на законите към диференциалната форма, която той предпочита. В първите раздели на своята статия

от 1864 г. Максвел за пръв път написва системата от частни диференциални уравнения, свързващи компонентите на електромагнитното поле. Днес те са известни като уравнения на Максвел.

Именно простият допълнителен член, токът на отместване в закона на Ампер, води до това, че четирите уравнения на Максвел предсказват съществуването на електромагнитни вълни. Максвел обсъжда този въпрос в част VI на статията. Там той показва много ясно, че тези уравнения водят до вълново решение и неговата скорост трябва да е скоростта на светлината, а електромагнитните вълни могат да бъдат само напречни. Вече са отпаднали всякакви съмнения.

Основното препятствие пред повечето опити за механично обяснение на светлината е било, че при всички познати материали са възможни вълни на плътността (напр. звукови вълни). Само ако материалът е достатъчно твърд, биха могли “страничните” отклонения да се разпространяват като напречни вълни. За “меките” материали като водата, които нямат съпротивление спрямо напречните сили, не са възможни напречни вълни. В това отношение етерът е трябвало да бъде уникален, защото пренася напречни вълни, но явно не пренася “звука”. За да заобиколят тази трудност, теориите на механичния етер правят най-фантастични предположения. Напречните електромагнитни вълни се получават в теорията на Максвел без никакви трудности.

В основата на неговата теория лежи твърдата убеденост в съществуването на етера:

Следователно ние бихме могли да получим, като експериментален факт от някой друг клон на науката, независим от този, който обсъждаме, съществуването на всепроникваща среда с малка, но реална плътност (...),

която пренася светлината. Но той внимава да държи разделени фактите от хипотезите. Единствената използвана в статията величина, на която той е готов да се опре безрезервно, е енергията. И все пак:

Единственият въпрос е: къде пребивава тя [енергията]? (...) Според нашата теория тя се намира в електромагнитното поле, в пространството, обкръжаващо наелектризираните и магнитни тела, както и в самите тела и е в две форми, които без никаква хипотеза могат да се опишат като магнитна поляризация и електрична поляризация или, с голяма степен на достоверност, като движение и напрежение на една и съща среда. Обаче изводите, направени в настоящата статия, не зависят от тази хипотеза.

Предполага се все пак, че средата би могла да се прояви в магнитооптичния ефект, за който Максвел не споменава нищо в тази статия, а също в надлъжни трептения на средата. Неговите уравнения сочат, че електромагнитните трептения трябва да са напречни; възможността средата да пренася “звукови” вълни остава открита.

Тъй като идеите на електромагнетизма трудно си пробиват път, Максвел решава да създаде нещо по-цялостно - това е *Трактат за електричеството и магнетизма* (1873 г.). Тази удивителна книга съдържа много раздели, които и днес представляват

превъзходно четиво. В нея подробно са изложени всички знания за електричеството и магнетизма - експеримента, теорията и инструментариума и тяхното обединение в теорията на Максвел. Попътно, като допълнителен штрих, Максвел развива теорията на сферичните функции и въвежда векторните означения.

Особено забележително е, че книгата на Максвел, която и днес е образец за прецизност и яснота, е била смятана от съвременниците му за много трудна. Анри Поанкаре, големият френски математик, казал: “Всичко ми е ясно в тази книга освен смисъла на тяло, заредено с електричество”. Хайнрих Херц, големият немски физик, също е имал своите проблеми:

Мнозина се хвърлиха ревностно да изучават труда на Максвел, но даже когато не срещаха трудности в математиката, бяха принудени да се откажат от надеждата, че ще си съставят цялостна представа за идеите на Максвел. Аз самият не бях по-добре.

Херц продължава коментара си: “Какво представлява теорията на Максвел? Не бих могъл да дам по-ясен и по-кратък отговор от следния: теорията на Максвел е системата от уравненията на Максвел”.

Тук, струва ми се, се крие ключът към загадката. Трактатът е написан в най-добрия позитивистки стил на Максвел, в стила на неговата статия от 1865 г.: стреми се максимално да се придържа към експериментално измерими величини; неговите уравнения действително са същността на неговата теория, а Викторианските учени не са били подготвени за това. Той не допуска личната му вяра в етера да нанесе ущърб на изложението, а моделът му практически остава зад екран.

Единствената хипотеза, която за него е неизбежна, гласи, че с електричните токове трябва да се свърже нещо движещо се. Именно простото приемане, че нещо протича динамично, го довежда до забележителния извод за съществуването на електромагнитни вълни.

Динамичният подход дава възможност на Максвел да приложи обобщената Лагранжева формулировка на динамиката. Лагранж е развил тази техника за механични системи, но Максвел установява, че тя има значително по-широка приложимост и че той би могъл да я използва за времевите изменения на електромагнитните полета. Привлекателността на подхода е в това, че са нужни много малко предположения, постулира се една обща математическа функция – изисквания за симетрия или да се включи всичко, което ни идва на ум, – а след това рутинната математическа програма просто произвежда резултатите.

В основата на цялата теория лежи принципната нееднозначност на природата на електричния заряд; този въпрос е бил близо до своето решение, когато Максвел умира. В Трактата той е предсказал, че когато преминаването на електрични токове през разреждени газове “бъде разбрано по-добре, това вероятно ще проясни в голяма степен природата на електричеството” и именно такива експерименти довеждат до новата представа. Като рецензент Максвел следи развитието на експерименталната техника на Крукс за изучаване на радиометричния ефект и с право посочва, че най-важното следствие за науката е получаването на все по-висок вакуум. Максвел е рецензирал също изследванията на Крукс върху газови разреждания.

Онова, което Крукс е наблюдавал, днес се тълкува като електричен пробив в газ: високото напрежение откъсва електрони от молекулите, тези електрони се ускоряват към катода и стигат до него с големи скорости поради силната разреденост на газа и малката маса на електроните. Но Максвел не би могъл да знае за съществуването на електрона. В рецензията му четем:

(...) забележителния факт, че излъчването от отрицателния електрод при насочване към парче платина го загрява до бяло. Ако това се дължеше на молекули, излъчвани от отрицателния електрод, тяхната скорост би трябвало да е значително по-голяма (...) Г-н Крукс показва, че когато пресича магнитни силови линии, излъчването се отклонява така, както проводник, по който тече ток, се отклонява в същото силово поле.

А проф. Роуланд беше показал, че движещи се наелектризиращи тела създават върху магнит същия ефект, какъвто създава електричен ток в проводник, поради което бихме могли да предположим, че излъчването е съставено от поток молекули, всяка от които носи отрицателен заряд.

По-нататък Максвел предлага на Крукс идеята да направи експеримент (по-късно осъществен от Перен във Франция), в който да насочи “лъчението” към електрометър и да измери заряда. Той също обсъжда факта, че магнитното отклонение на снопа е голямо, докато неговото електростатично отклонение е неуловимо малко, и стига до извода, че лъчението се движи с огромна скорост.

Максвел е бил пред прага на откриването на електрона: неговият етер е бил запълнен с малки електрически заредени частици. Още по-близо до електрона стига той в Трактата – в главата, посветена на електролизата.

Електролизата е разлагането на проводящи вещества от протичащия през тях ток. Хъмфри Дейви, шефът на Фарадей в Кралския институт, открива метала натрий при електролизата на натриев хлорид. Също при електролиза Дейви и Фарадей по-късно откриват елемента йод. Фарадей осъществява още експерименти с електролизата и открива своя забележителен закон, че химическото еквивалентно тегло на всяко вещество винаги се освобождава от едно и също количество електричество; в днешно време бихме казали, че един и същ брой атоми на даден елемент (евентуално делен на валентността му) се освобождава от едно и също количество електричество.

За съвременниците на Фарадей този резултат е бил необясним; но неговото “естествено” тълкувание е дадено в Трактата:

Затова е съвсем естествено да предположим, че токовете на йоните са конвекционни електрични токове и конкретно, че всяка молекула на катиона е заредена с определено фиксирано количество електричество, което е едно и също за молекулите на всички катиони и че всяка молекула на аниона е заредена със същото количество отрицателно електричество (...) за удобство ще наричаме този постоянен молекулен заряд ‘една молекула електричество’. Това название, колкото и троваво да е и в дисхармония с останалите раздели на Трактата, поне ще ни позволи ясно да изразим онова, което знаем за електролизата, и да оценим свързаните с нея трудности.

Максуел е готов да приложи тази идея като обединяващ модел на електролизата, но е твърде предпазлив, за да я задълбочи. Едва през 1881 г., когато Хелмхолц изнася лекция пред Лондонското Химическо общество, “електричната молекула” е възприета като факт и химическите съединения са описани като електрично заредени атоми, свързани помежду си от техните заряди. Фактически Максуел вече е обсъдил тази идея, но я отхвърля като прекалено лесна:

Фактът, че не всяко химическо съединение е електролит, показва, че химическото свързване е от по-висока степен на сложност, а не чисто електрично явление.

Ще завършим тази глава с още един пример за извънредно тънката интуиция на Максуел. Взе е от първата му статия по електромагнетизъм, от 1855 г.:

Измененията на посоката, които светлината претърпява при преминаването от една среда в друга, са тъждествени на отклоненията в траекторията на частица, движеща се в пространство с интензивни действащи сили. Тази аналогия, която се отнася само до посоката, но не и до скоростта на движението, отдавна се смята за правилното обяснение на пречупването на светлината; ние все още я намираме за полезна при решаването на определени проблеми, в които без риск я прилагаме като изкуствен метод. Другата аналогия – тази между светлината и трептенията на еластична среда – отива значително по-далеч, но, макар че нейното значение и плодотворността ѝ не биха могли да бъдат надценени, трябва да си спомним, че тя се основава само върху формалното подобие между законите на светлината и тези на трептенията.

Аналогията между светлината и вълните, която той самият е развил на ново математическо ниво, все още е само аналогия. Но Максуел вече е интелектуално подготвен за откриването на квантовите ефекти в оптиката.

Подбор и превод: Михаил Бушев

(Martin Goldman, *The demon in the aether: the story of James Clerk Maxwell*, Edinburg, 1983).

Край на трета част