

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

том XXXII, кн. 4, 2009 г.

Издание на Съюза на физиците в България

http://old.inrne.bas.bg/wop/wop_4_2009/

(със спомоществателството на Българска академия на науките)

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Нъшан Ахабабян

<ahabab@inrne.bas.bg>

ЗАМЕСТИНИК ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Михаил Бушев

<m_bushev@abv.bg>

ЧЛЕНОВЕ

Валери Голев

<valgol@phys.uni-sofia.bg>

Георги Граховски

<grah@inrne.bas.bg>

Динко Динев

<dinnet@inrne.bas.bg>

Дора Бенева

<beneva@ie.bas.bg>

Людмил Вацкичев

<Lyuvats@phys.uni-sofia.bg>

Никола Балабанов

<Balaban@pu.acad.bg>

Светослав Рашев

<rashev@issp.bas.bg>

Ганка Камишева

<gkamish@issp.bas.bg>

Милен Замфиров

<milen_zamphirov@abv.bg>

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАР

Снежана Йорданова

<upb@phys.uni-sofia.bg>

ВОДЕЩ БРОЯ: Динко Динев

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Nashan Ahababjan

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Michael Bushev

MEMBERS

Valeri Golev

Georgi Grahovski

Dinko Dinev

Dora Beneva

Liudmil Vatzkitchev

Nicola Balabanov

Svetoslav Rashev

Ganka Kamisheva

Milen Zamfirov

TECHNICAL SECRETARY

Snejana Iordanova

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

1164 София,

Бул. Джеймс Баучер № 5

☎ 862 76 60

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,

1164 Sofia

ПРЕДПЕЧАТНА ПОДГОТОВКА: Д. Денчева

Дадена за печат на 26 ноември 2009 г.

ПЕЧАТНИЦА "ГИТАВА" — СПОНСОР НА "СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА"

бул. Цариградско шосе 72

Нобелови награди

НОБЕЛОВИ НАГРАДИ 2009

1. За физика

На Чарлз Као (Charles K. Kao) от Телекомуникационните лаборатории в Харлоу, Великобритания и едновременно от Хонконгския университет, на Уилард Бойл (Willard S. Boyle) от Лабораторията Бел, САЩ и на Джордж Смит (George E. Smith) също от Лабораторията Бел, САЩ.



Ч. Као печели ½ от наградата за своите революционни постижения в областта на оптичните системи за предаване на данни. През 1966 г. той извършва пробив във фиброоптиката като успява да постигне затихване в оптичен кабел по-ниско от 20 dB/



Ч. Као

km. Със създадените от него свръхчисти влакна Ч. Као осъществява предаването на сигнали на разстояние от 100 km, докато дотогава това е било възможно за не повече от 20 m. Първите оптични кабели, използващи свръхчисти влакна, са произведени във фабрични условия през 1970 г. Започва ерата на оптичните комуникации. В момента общата дължина на използваните оптични кабели е над 1 млрд. km.

У. Бойл и Дж. Смит си поделят останалата ½ част от наградата. През 1969 г. двамата създават първия прибор със зарядна връзка, т.нар. CCD-матрици (Charge-Coupled Device). Работата на CCD-матрицата

се базира на фотоэффекта. Трудността е в събирането и обработката на сигналите от огромен брой пиксели за много кратко време. Сега CCD-матриците намират широко приложение като оптични сензори в цифровите фотоапарати, във видеокамерите, в скенерите, в астрономията и другаде.

Ч. Као е роден през 1933 г. в Китай, У. Бойл през 1924 г. в Канада, а Дж. Смит през 1930 г. в САЩ.



У. Бойл и Дж. Смит

2. За физиология и медицина

На Елизабет Блекбърн (Elizabeth H. Blackburn) от Калифорнийския университет в Сан Франциско, САЩ, на Керъл Грейдър (Carol W. Greider) от Университета „Джон Хопкинс“, САЩ, и на Джек Шостак (Jack W. Szostak) от Медицинския факултет на Харвардския университет, САЩ. Наградата им се присъжда за изследването на механизмите на стареене на клетките и за защита на хромозомите от деградация с помощта на теломери (структури, намиращи се в краищата на хромозомите) и от фермента теломераза. Е. Блекбърн е родена през 1948 г. в Австралия, К. Грейдър е родена през 1961 г. в САЩ и Дж. Шостак е роден през 1952 г. в Лондон.

3. За химия

На Ванкатраман Рамакришнан (Vankatraman Ramakrishnan) от Лабораторията по молекулярна биология в Кембридж, Великобритания, на Томас Стейц (Thomas A. Steitz) от Университета в Йейл и на Ада Йонат (Ada E. Yonath) от Института Вайсман, Израел. Наградата им се присъжда за изследване на структурата и функциите на рибозомите. В. Рамакришнан е роден през 1952 г. в Индия, Т. Стейц е роден през 1940 г. в САЩ и А. Йонат е родена през 1940 г. в Израел.

4. За литература

На немската писателка Херта Мюлер (Herta Muller). Х. Мюлер е родена през 1953 г. в Банат, Румъния. Тя е завършила Университета в Тимишоара и работи като учителка по немски език. Поради политически преследвания през 1987 г. емигрира в Германия. Х. Мюлер е автор на 18 романа и повести и на две стихосбирки, преведени на над 20 езика.

5. За мир

На 44-тия американски президент Барак Обама (Barack Obama). Наградата му се присъжда „за неговите изключителни усилия за укрепването на международната дипломатия и на сътрудничеството между хората“.

Барак Обама е роден през 1961 г. в САЩ.

6. За икономика

На Елиноор Остром (Elinor Ostrom) от Университета в Индиана и на Оливър Уилямсън (Oliver E. Williamson) от Калифорнийския университет в Бъркли. За първи път лауреат на Нобеловата награда за икономика става жена. Е. Остром е отличена за нейните изследвания как собствеността може ефективно да се управлява от асоциации на потребителите. О. Уилямсън получава приза за теорията за разрешаването на корпоративните конфликти.

Е. Остром е родена през 1933 г. в САЩ, а О. Уилямсън е роден през 1932 г. също в САЩ.

Прибори със зарядна връзка

Приборите със зарядна връзка (Charge-Coupled Devices или съкратено CCD) представляват силициеви интегрални схеми, които се състоят от плътна матрица от милиони MOS-кондензатори. Тези кондензатори могат да натрупват и съхраняват електрични заряди. Натрупаните зарядови пакети след това попадат в „четящ“ зарядовочувствителен усилвател, в който те се преобразуват в напрежение. Аналоговите сигнали се цифровизират и съхраняват в памет.

Първоначално приборите със зарядна връзка били разработвани като алтернатива на феритната памет на първите компютри. Тази идея се оказала неперспективна, но способността на силиция да реагира на облъчване със светлина довела до предложението CCD-матриците да се използват за регистрация и обработка на изображения.

В един прибор със зарядна връзка пикселите могат да са разположени линейно, образувайки редица от пиксели, или пък да покриват плътно някаква площ – CCD-матрици. Размерите на един пиксел са от порядъка на 1 μm . Това е сравнимо с размерите на кристалите от сребърен хлорид на една високочувствителна негативна фотоплака.

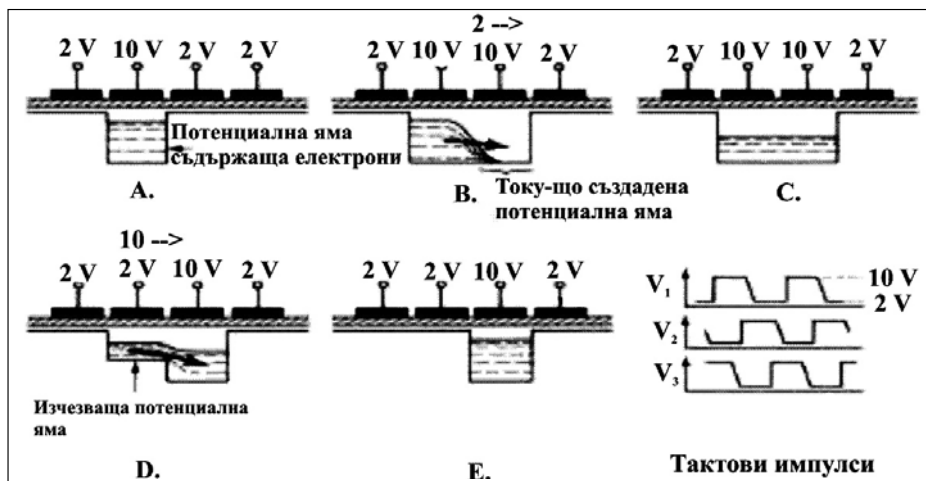
Принципната схема на един пиксел е показана на Фиг. 1. Той е съставен от три MOS-кондензатора, състоящи се от гейт (управляващ електрод) от поликристален силиций, диелектричен слой от силициев диоксид ($\sim 0.1 \mu\text{m}$) и полупроводникова основа от р-силиций. Всеки пиксел има три гейта – предаващ, приемащ и изолиращ, който разделя първите два един от друг. Ако на един гейт се подаде положителен потенциал, възниква електрично поле, което прониква през диелектричния слой в силициевата основа и отблъсква дупките. Образува се обеднен на основни носители слой с дебелина от порядъка на 5 μm . Именно този обеднен слой е фоточувствителната област, в която при облъчването със светлина протича вътрешен фотоефект. Образуваните се при взаимодействието на силициевите атоми с фотоните свободни електрони се придвижват под действието на електричното поле на гейта към граничната повърхност полупроводник-диелектрик и се локализируют в тънък инверсен слой. По този начин в близост до повърхността на силиция възниква потенциална яма за електроните. От своя страна дупките генерирани в



Принципно устройство на пиксел на CCD-матрица

резултат на фотоефекта се отблъскват от електричното поле към неутралната област на полупроводника. Постепенно всеки пиксел се запълва с електрони. Техния брой е пропорционален на интензивността на падналата върху пиксела светлина. Отделните гейтове са разположени толкова близко един от друг, че създадените от тях потенциални ями се сливат и електроните, натрупани в една потенциална яма, се придвижват в съседната, ако тя е по-дълбока.

Външно една CCD-матрица прилича на стандартна интегрална схема. Но противно на очакванията тази схема няма милиони изводи, излизайщи от всеки отделен пиксел, нещо практически неосъществимо. Бойл и Смит изобретяват т.нар. метод на самосканирането, съгласно който за прочитането на информацията, натрупана в една редица от пиксели, са достатъчни само три управляващи шини, на които се подават подходящо сфазирани тактови импулсни напрежения – Фиг. 2. Под действие на управляващите напрежения зарядовите пакети се преместват еднородно от един MOS-кондензатор към съседния. В края на редицата от пиксели зарядовите пакети попадат на входа на един зарядовочувствителен усилвател и се преобразуват в поредица от импулси на напрежението. Пространственото положение на всеки пиксел се извлича от положението на съответния импулс в поредицата от импулси на напрежението.



Трансфер на зарядите в трифазен CCD-регистър

В една CCD-матрица един ред от пиксели всъщност образува т.нар. трифазен регистър с преместване (shift register). При него информацията, натрупана в отделните разряди на регистъра, се чете последователно, макар че в CCD-матрицата всички заряди възникват едновременно в резултат на облъчването на матрицата със светлина.

Динко Динев

ОТ ГОЛЕМИЯ ВЗРИВ ДО НОБЕЛОВАТА НАГРАДА И ПО-НАТАТЪК

(Нобелова лекция, декември 2006)

Джон Мадър

(Продължение от кн. 3/2009 г.)

5. Анализ и интерпретация на данните. Контролът и управлението на космическия апарат, както и анализът и интерпретацията на данните изискваха към 100 програмисти и учени. И трите инструмента изискваха специализиран анализ за отчитане на систематичните грешки на приборите и тяхната калибровка, а след това и за влиянието на местното астрофизично обкръжение.

5.1. FIRAS. Първият прибор, който даде научни резултати, беше FIRAS. Бяхме подбрали температурата на вътрешното калибровъчно тяло така, че сигналът от интерферометъра да стане нула. Именно равенството на нула беше прякото указание за съответствието между вътрешното тяло и спектрометъра КМФИ. Още преди да проведем точната калибровка ние знаехме, че съответствието е прекрасно. Използвайки грубата калибровка ние добавихме наблюдаемата разлика във функцията на Планк за получената температура и изобразихме резултата. Преди да знаем границите на грешката, ние получихме 1%. Когато представих този спектър на сбирката на Американското астрономическо общество през януари 1990 г. в Кристал Сити (предградие на Вашингтон), аудиторията, надхвърляща 100 човека, стана и започна да аплодира. Никой от нашата група COBE не очакваше такава реакция, защото този спектър за нас не беше неочакван.

Ретроспективно днес разбираме причината за този ентузиазъм. Беше не само приятно да се наблюдава този спектър, но той с един замах изгони почти всички съмнения за теорията на Големия взрив. В течение на толкова продължителни и бурни сражения между защитниците на теорията на Големия взрив и на Стационарната Вселена, изобретателни учени обясняваха неговите различия между теорията и измерванията. Сега на споровете беше сложен край, въпреки че някои привърженици на Стационарната Вселена все още не са се предали. Теорията на Големия взрив заслужаваше доверие. Вселената се оказа достатъчно проста и теоретичите можеха да пристъпят към следващите проблеми.

Само няколко седмици след пускането на COBE Херб Хаш и неговата група от университета Британска Колумбия пуснаха изследователска ракета с тяхната версия на прибора FIRAS (Gush, Halpern, Wishnow, 1990). Нейният полезен товар лети няколко пъти, всеки път неуспешно, но този път тя заработи. Техните резултати съвпаднаха с резултатите на FIRAS, със същата температура в предела на грешките и също не показваха никакви отклонения от спектъра на черното тяло. Ако имаха малко по-голям

късмет, те можеха да ни изпреварят в някои отношения, но за да достигнат до нашите изводи беше необходима карта на звездното небе, каквато можеше да даде само COBE. Днес графиката на нашия спектър украсява много учебници по астрономия.

Пълната калибровка и анализ на данните от FIRAS зае много години. Наблюдаваните от нас систематични грешки в данните не бяха за нас напълно неочаквани, но построяването на точните им модели налагаше подбора по метода на най-малките квадрати с хиляди параметри, много от които бяха изключително важни. Дейл Фиксен беше главният творец в този процес. Основните грешки, подлежащи на корекции, бяха следните: 1) космичните лъчи, попадащи в детектора и пораждащи импулси, които трябваше да бъдат отстранени; 2) измененията на температурата по много причини водеше до вариации в степента на усилване на детекторите; 3) съществуваша неголеми вибрации в механизма на закрепване на огледалата; въпреки, че те бяха минимизирани чрез филтрация, останаха малки влияния върху интерференционните картини; 4) вътрешното контролно тяло не беше най-доброто черно тяло; 5) калибровките на термобелезите, явно бяха се изменили след тяхното производство преди пускането на спътника и между някои от тях имаше разлики от порядъка на mK; 6) появи се малък оптичен ефект, свързан с многократното преминаване на излъчването през интерферометъра. За щастие, приборът имаше 4-приемника – по 2 от всяка страна, но и по два за всеки честотен диапазон. Така че имаше всичко 8 различни начина за наблюдение. Сравняването на резултатите от тези различни измервания ни даде възможност за установаване и разбиране на грешките. Наблюдаването на междузвездните спектрални линии, на честота 157,74 μm беше начинът за потвърждаване на абсолютната честотна градуировка и следователно за потвърждаване на температурната градуировка (Fixsen, Mather, 2002).

Разбирането и компенсацията на влиянието на местните астрофизични източници също беше трудна работа. Единият резултат беше, че прахът в нашата Галактика притежава почти една и съща температура и има приблизително еднакъв спектър, но не съвсем. Също в плоскостта на Галактиката съществуват няколко направления, където очевидно има многочислени прахови облаци с различна температура в един и същ ъгъл на зрението. Нашите аналитици с удивление видяха, че някои интерферограми изглеждат “развалени” от синусоидални вълни. Всъщност тези вълни бяха точно онзи отклик, който се очакваше от ярките междузвездни спектрални линии.

Основният резултат беше, че спектрът на КМФИ съответства на спектъра на черното тяло при температура $2,725 \pm 0,001\text{K}$ със средноквадратично отклонение на пика на яркостта от $50 \cdot 10^{-6}$. Интерпретацията на този резултат е, че по-малко от 0,01% от енергията на КМФИ е била добавена към нея след първата година от разширението на Вселената. Енергия, добавена преди това, би довела до изменение на температурата на излъчване (Wright et al., 1994).

Съществува дълъг списък на предполагаеми източници на енергия, които бяха използвани, за да се обяснят предишните измервания на отклонението на спектъра от този на черното тяло. Този списък включва турбулентност, разпад на протона, разпад

на други видове нестабилни частици, разпадане на масивни неутрина, а по-късно и фотораждане на деутерий, взривно или нормално образуване на галактики, космически гравитационни вълни, космически струни, черни дупки, активни галактични ядра, звезди от III поколение, гореща междузвездна среда и т.н. Нашите резултати не изключват малки приноси от тези източници, но показват, че те не биха могли да бъдат отговорни за голямата част на Вселената, която ние днес наблюдаваме.

Същевременно FIRAS измери: 1) спектъра на космичното фоново излъчване в далечния инфрачервен диапазон, наблюдаван за пръв път от прибора DRBE (Fixsen et al., 1998); 2) спектъра на зодиакалната светлина в далечната инфрачервена област, показващ, че отговорните за него частици прах са големи и имат размер от около 30 μm ; 3) спектъра на КМФИ, свързан с движението на Земята в космоса, наречен диполна компонента (Fixsen et al., 1994); 4) ограничения на пространствените вариации на спектъра на КМФИ (Fixsen et al., 1997).

FIRAS потвърди също и планковската формула за спектъра на черно тяло (Нобелова награда за 1918 г.) Ако формулата на Планк не беше вярна, програмата за калибровка не би могла да даде самосъгласувани резултати. Калибровката на FIRAS зависи от температурата чрез функцията на запълване на фотонните модове $\eta = 1/(e^x - 1)$, а точно тази част на функцията на Планк е която проверявахме.

Сега се подготвя усъвършенстване на наблюденията на спектъра на КМФИ на по-големи дължини на вълните. Проектът ARCADE (Kogut et al., 2004) представлява поместване в аеростат на микровълнов радиометър с външен чернотелен калиброметър за пълния лъч. Работейки без защитен прозорец, той ще зависи от високоскоростния поток на газообразен хелий, предназначен за удържане на остатъчната атмосфера на аеростатни височини, от попадения в прибора и от кондензации върху антените. Предварителните резултати показват, че измерената температура се съгласува с тази, получена на FIRAS. С времето този подход доведе и до подобряване на измерения параметър μ за ранното изхвърляне на енергия, понеже това изкривяване на резултатите е най-голямо при дългите вълни.

5.2. DMR. Приборът DRM е вторият за получаване на космологични резултати. Групата за анализ на данните работеше старателно, за да разбере и въведе необходимите поправки за систематичните грешки, в частност, магнитната и топлинна чувствителност на превключвателите на Дике и светлинни смущения от ярки обекти, подобни на Земята. Първият намек, че сме успели да измерим космическа анизотропия, беше показан от научната група на специално събрание на целият отбор в къщата на Ненси Богес през октомври 1991 г. от Недъм Райт, който беше написал собствена програма за анализ на данните на DRM от първата година. Незабавният отговор на научната група беше, че това е много важен, извънредно важен резултат, за да бъде публикуван набързо. Бяха ни добре известни неотдавнашните глупави научни резултати по полимеризацията на водата, студения термоядрен синтез и други подобни, и бяхме непреклонни, че трябва да направим всичко, което трябва, за да не попаднем в подобна ситуация.

Имаше три основни въпроса. Първо, бяха ли ни известни всички инструментал-

ни грешки и по надлежен начин описани и компенсирани? Второ, бяхме ли успели правилно да разберем и отстраним влиянието на предния фронт на галактичните електрони и прах? И трето, бяха ли нашите детайлно разработени компютърни програми надеждни?

За да се заемем с първия въпрос, проведехме среща на групата, посветена на мозъчна атака на тема: Какво би могло да повлияе на точността на данните? Беше необходимо двама различни учени и две различни компютърни програми да дадат съгласуващи се резултати, а научната група да ги провери. Алън Когут и Нед Райт бяха главните аналитици, а Дейвид Уилкинсън беше “адвокатът на дявола” – най-упоритият скептик. Този процес зае много месеци работа.

Вторият въпрос се изследваше в Холдарт от Чарлз Бенет, Хари Хиншоу и другите от групата и е описан в работата Bennet et al. *Astrophys.J.Lett.* 396, 1992. Тяхната стратегия се свеждаше до това да представят двата вида излъчване, намиращи се на предния фронт на галактичните електрони и прах с модели с подобрени коефициенти, и след това да модифицират тези коефициенти, сравнявайки ги с картите, получени от DRM и другите прибори за различните дължини на вълните. Резултатът беше, че линейната комбинация на трите карти на DRM, претеглени с конкретните коефициенти, отстраняваше почти цялото излъчване на Галактиката за направления, лежащи извън галактичната плоскост.

Третият въпрос – за възможността за програмно обезпечаване на излъчването посредством внимателна проверка на всеки от компютърните кодове и сравняването с резултатите от личния код, написан от Нед Райт, с официалния код, написан от отбора на DRM в Холдарт, и с кода, независимо разработен от Джордж Смут и неговата група в Бъркли.

В края на краищата, резултатите бяха готови и подготвени за публикуване. Разгласяването им беше направено на събранието на Американското физическо общество през април 1992 г. във Вашингтон. Имаше достатъчна предварителна реклама и известно изтичане на информация, така че пресконференцията беше натъпкана с телевизионни камери и репортери. До края на деня нашите резултати станаха известни на целия свят, и думите на Джордж Смут, че “ние виждаме лицето на Бога”, бяха изведени във всички новинарски съобщения. Споменава се, че Стивън Хокинг е казал нещо от рода, че “това е най-важното откритие на нашия век, ако не на всички времена”. На следния ден статиите, интерпретиращи нашите резултати бяха представени на списанията и разпространени по Интернет от водещи космолози, които бяха написали всичко предварително, освен изводите. До края на годината се появиха още хиляди статии, цитиращи нашите резултати.

Показаните от нас резултати представляваха карти и спектри на смущения. Картите бяха изготвени красиво, така че розовите и сини петна показваха горещите и хладни части. Както бяха посочили Сакс и Уолф (Sachs, Wolfe, 1967), по-хладните области отговарят на по-високата плътност поради гравитационното червено изместване на фотона. Спектрите бяха статистически характеристики на пространствените флук-

туации и математически точно описание на типичните размери на петната. В първо приближение, установихме, че не съществува характерен размер – петна от всякакви размери са равноправни и еднакво ярки. Такъв спектър се нарича “машабно-инвариантен”, както беше предсказано от Харисон и Зелдович в простите варианти на космологичната инфлационна теория. При по-внимателно разглеждане, флуктуациите са малко по-слаби, отколкото се очаква на големи ъглови мащаби (над 90 градуса), и слабо нарастват при най-малките достъпни за наблюдение мащаби (7 градуса), както впрочем трябва да бъде по теория. Първият факт все още не е обяснен и вероятно той не е и статистически значим. Вторият факт обаче е свързан с движението на веществото по време на космическата рекомбинация.

Така че какво всъщност измери DMR? Ние действително открихме и картографирахме първичните смущения в плътността на Вселената. Ако те не бяха открити, теоретиците щяха да бъдат много разочаровани, защото през 1992 г. съществуваше почти пълна теория за произхода на едромашабната структура на Вселената, построена въз основа на идеята за космическата инфлация, която определя началните условия и гарантира едромашабната еднородност на Вселената. Тази теория счита, че първичните смущения на плътността с много малка амплитуда представляват всъщност зародиша на едромашабната структура и че обикновеното вещество се събира в области с най-голяма начална плътност, оставяйки празни места (космическа празнота) там, където началната плътност е била най-малка. Единствената необходима сила за това е гравитацията. Прилагането на резултатите на теорията води до това, че нееднородната плътност расте с времето линейно, а не експоненциално, както в много други явления в природата. Причината е, че гравитационното привличане на отдалечени части на Вселената намалява с разширяването. Следователно, измерването на едромашабната структура на Вселената, представена от галактики и купове галактики, трябва същевременно да представят и началните условия на първичните смущения. Към 1992 г. ние имаме наблюдения на едромашабни нееднородности, проследявани в галактиките, така че знаехме какво очакваме.

Обаче, в тази картина на света съществуваше една неприятност. Обикновеното вещество само по себе си дава неверни разпределения, и то не може свободно да се движи относително останалата Вселена, докато не се превърне в неутрален газ в епохата на космическата рекомбинация. За щастие, вече беше признато, че Вселената е запълнена от някакъв допълнителен сорт материя, наречена космическо тъмно вещество. Предполага се, че тъмната материя е невидима и не взаимодейства със светлината, освен гравитационно. От друга страна, понеже тя не е свързана с първичното електромагнитно лъчение, тъмната материя започва свободно да се движи до космическата рекомбинация и може да попада в първични гравитационни ями и да ги задълбочава. Същевременно, няма нищо известно за това тъмно вещество, освен информацията, която заявяват астрономите: няма общоприета теория за това вещество, няма наблюдение на частици на това вещество в лабораторни условия, няма сведения за масата на тези частици, тяхната стабилност и каквото и да е друго. До днес само един вид

тъмно вещество е наблюдаван в лабораторни условия: неутриното, с неговите три аромата и техните античастици, но явно тяхната маса е недостатъчна, за да обясни космическото тъмно вещество.

Друг предмет на дебатите през 1992 г. беше въпросът: дали Вселената е пространствено плоска или не е? Теоретиците чувстваха, че Вселена с нулева кривина е проста и привлекателна и по някакъв начин трябва да се окаже истинската. За да се направи такава Вселена, трябва в уравненията да има член за космическото ускорение, подобен на константата Λ , която първоначално Айнщайн беше предложил, но впоследствие отхвърлил. Възможно е точно правилната стойност на такъв член, който предизвиква отрицателна пространствена кривина, да може да уравни положителната кривина, създавана от обикновената материя и тъмното вещество. Това би било удивително съвпадение, ако не съществува някакъв специален неизвестен закон на природата, който да изисква това да бъде така. Този член за ускорението сега се нарича космическа тъмна енергия, което е указание, че той не може да бъде просто математическа константа на интегрирането, както го беше въвел Айнщайн, но вероятно представлява нов вид сила или материя със свое собствено уравнение на състоянието. Така, интерпретацията на измерената космическа флукуация се превърна в основна научна индустрия.

DMR работи общо четири години и допълнителните данни бяха статистически съвместими с данните от първите години. Новите данни предоставиха значително по-добри възможности за дискусии и корекция на систематичните грешки от всички видове, така че крайните резултати бяха подобрени повече от два пъти относно нивото на случайни смущения.

Данните от DMR бяха анализирани с цел да се открият други интересни ефекти, но нито един ефект, имащ значима статистическа достоверност, не бе отбелязан. Например, имаше предположение за съществуването на космични струни, обтегнати между огромни пространствени области. Беше време, когато се допускаше, че те сами по себе си биха могли да произведат всички космически флукуации на плътността. Ако струните бяха достатъчно силни, биха оставили следи на температурните ни карти и щяха да бъдат забелязани. И затова, явно те не бяха причината за анизотропията на КМФИ. Търсихме негаусови флукуации. Вероятно съществуваха особени локализирани обекти с положителна или отрицателна (спрямо фона) температура, които също биха могли да бъдат забелязани при по-внимателен анализ. Нито един такъв, с флукуация надвишаваща нивото на гаусовите, не беше установен. Друга възможност е Вселената да има особена топология. Да предположим, че бяхме намерили един и същ обект (или разпределение) на две различни места на картата. В такъв случай Вселената би могла да има топологията на сфера или тор, в който един и същ обект може да се наблюдава в две различни направления. Нашите търсения в това отношение също не дадоха положителен резултат.

Веднага след обявяване на резултатите от DMR бяха построени много нови инструменти и стотици учени по целия свят продължиха да измерват и анализират анизотропията. Аеростатни прибори проведоха измервания с подобрена ъглова раз-

делителна точност. Членовете на групата на COBE Чарлз Бенет и Дейвид Уилкинсън обмислиха, предложиха и построиха MAP (Microwave Anisotropy Probe) – сонда за измерване на микровълновата анизотропия, която бе издигната в космоса през 2001 г. и работи и до днес. MAP беше преименуван в WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – сонда на Уилкинсън за измерване на микровълновата анизотропия) след смъртта на Уилкинсън на 5 септември 2002 г. WMAP разпространи картите на цялото небе на DMR с по-висока чувствителност и ъглова разделителна способност и потвърди, че данните на DMR са верни. С помощта на данните на WMAP сега ние знаем много от космическите параметри (плътности на веществото, на тъмното вещество и на тъмната енергия, възрастта на Вселената и пр.) с точност до един-два процента. WMAP установи също и нещо много неочаквано: свидетелство за проява на повторна йонизация на Вселената при червено преместване около 13. То беше разпознато по поляризацията на КМФИ, станало в резултат на квадруполната анизотропия на КМФИ от електроните, при последното им разсейване от излъчвания в направление към нас. Ъгловият мащаб на наблюдаваната от нас картина на поляризация определя червеното изместване, на което е станало разсейването, а величината на поляризация определя оптичната дълбочина на разсейването.

Останаха и няколко задачи пред бъдещите измервания на анизотропията на КМФИ. Една от тях, привличаща понастоящем най-голямо внимание, е търсенето на поляризация, свързана с гравитационните вълни от самия Голям взрив. Специална комисия по изследвания на космическия микровълнов фон, оглавявана от Райнер Вайс, подготви прекрасен отчет за ползите, проблемите и стратегията за измерване на тази поляризация. Картата на поляризация представлява векторно поле върху сфера, което може да бъде разделено на две части: дивергенция на скаларното поле, наречено Е-мода, и ротор на векторното поле, наречено В-мода. Според теорията, първичните гравитационни вълни трябва да предизвикат поляризационна картина с ротор, и никакъв друг процес след това не може да направи това. Поляризационната картина щеше да бъде доста по-слаба, отколкото картата на анизотропията на температурата, а вихровата компонента значително по-слаба от дивергентната компонента. Затова е много трудно тя да бъде измерена, но със съвременното поколение детектори това вече започва да става възможно. Общото название на тази космическа експедиция на САЩ е “Сондиране на Инфлацията” и три от нейните проекти се поддържат от NASA. Технически такъв спътник може да бъде пуснат още през това десетилетие, но конкуренцията на и без това недостатъчните средства може да го забави. При всеки изход, измерването на В-модата на поляризацията представлява най-прекият измежду съществуващите методи за изучаване на силите, преобладаващи по време на Големия Взрив. Това би ни помогнало да се доближим до дългоочакваната Теория на Всичкото и е явно достойно за Нобелова награда. Не е удивително, че физиците, занимаващи се с елементарните частици, и теоретици и експериментатори, се обръщат към изучаване на КМФИ като към следваща вълнуваща възможност.

5.3. DIRBE. Приборът DIRBE даде последния голям обем космологични резултати,

понеже местните смущения на дълги вълни в този прибор са много ярки и сложни. Окончателните резултати на DIRBE бяха представени в ред статии (Hauser et al., Kelsall et al., Arendt et al., Dwek et al., 1998). Установеният от тях неочакван резултат беше, че Вселената е два пъти по-ярка от предполагащата до тогава, основаваща се на измерването на индивидуалните галактики. Съществува общо светене, наречено космически инфрачервен фон (или КИФ), състоящо се от две части: на дълги вълни в близката инфрачервена област от няколко микрона и в далечната инфрачервена област от няколко стотици микрона. Фонът в близката инфрачервена област още не е обяснен (вж. Обзорът на Hauser, Dwek, 2001), но фонът в далечната инфрачервена област без съмнение е създаден от неизвестна преди това популация от много ярки, обилни с прах галактики, с червено преместване от порядъка на няколко (2-3) единици.

За да получи този резултат, групата на DIRBE трябваше да измине значително по-труден път, отколкото беше необходим за другите два прибора, защото главните смущения, с които се сблъсква DIRBE, бяха променливи във времето и пространството. Те бяха причинявани от междузвездния прах, който е равномерно разпределен в дебел диск, въртящ се около Слънцето. Въпреки това, този диск не е толкова прост. Той има няколко източника: сблъсквания между астероиди, разпад на комети, и миграция на малки частици от периферията на Слънчевата система. От данните на IRAS знаем, че съществуват поне още три пръстена прах, въртящи се като остатъци от сблъсквания на определени семейства астероиди. Освен това тези семейства се движат под влияние на гравитацията, радиационното налягане и дрейфа на Пойнтинг-Робертсън, както и електромагнитните сили за частиците с електричен товар. Силата на дрейфа заставя частиците да се спускат по спирала към Слънцето в зависимост от големината на частиците за време от хиляди до милион години. Някои от частиците се оказват затворени в орбитални резонанси със Земята, създаващи изпреварващи и изоставащи вълни, които се виждаха добре от данните на DIRBE. Това явление, създаващо главоболия на изследователите на космичното инфрачервено фоново излъчване, представлява огромен интерес за търсенето на планети около други звезди. Всъщност, това вече се видя в праховия облак на ярки звезди, като например Фомалгау (Алфа на Южната Риба), където, както се предполага огромна планета е предизвикала образуването на праховиден пръстен (Kalas, Graham, Clampin, 2005).

Освен това, самата Земя и COBE заедно с нея, се движат през прахов облак. Главният ефект се свежда в това, че плоскостта на земната орбита не е плоскост на симетрия на праховия облак, който изпитва значително по-голямо въздействие от Юпитер, и че орбитата на Земята не е кръгова, така че Земята се движи вътре и вън, както и под и над облака. Още повече, центърът на праховия облак не съвпада със Слънцето, понеже изпитва силно влияние на притегляне от Юпитер. Беше построен евристичен модел на този прах, съдържащ много свободни параметри, подбрани така, че да описват пространствените и времеви вариации, наблюдавани от DIRBE (Kelsall et al., 1998). Наборът от параметри включваше температурата на праха и изменение с разстоянието, излъчвателната и отражателна способност на всяка дължина на вълната,

и функцията на разсейване. Определянето на наслагващите се върху фона на галактичното излъчване също беше сложна задача и осъществено пак по моделно-евристичен начин. За голяма част от небето и за голяма част от дължини на вълните има лесно определяеми звезди и облаци прах, най-ярките от които могат да бъдат покрити с маска и по такъв начин отстранени. Резултатът на всички тези действия се свежда до това, че съществуват няколко отделящи се направления, където смущенията от Галактиката са най-малки, може би благодарение на свръхновите звезди, които са изчистили праха и газовете на големи разстояния. Понеже всеки истински космически фон трябва да бъде приблизително изотропен, важно е наблюдението на тези избрани направления да дават винаги един и същ отговор.

Резултатите на DIRBE бяха съществени за интерпретацията на данните, както на FIRAS така и на DMR. Преди всичко те показаха, че по-голямата част от Вселената е добре разбрана и, че наблюденията на FIRAS и DMR наистина отразяват далечния Голям взрив. Това беше важно, например, за доказателството че само по случайно съвпадение направлението на диполната компонента на космичния фон, свързана с движението на Земята, лежи в плоскостта на еклиптиката. Също, картата на галактичния прах, получен от DIRBE, в съгласие с картите на FIRAS, показват че не съществуват никакви нови и странни ефекти. И обратно, след като групата на DIRBE установи, че съществува космически фон в далечния инфрачервен диапазон, данните на FIRAS бяха използвани за потвърждаване и измерване на неговия спектър (Fixen et al., 1998)

6. Изводи: мястото на COBE в историята и къде сме сега? Експериментът COBE, започнал, когато в употреба бяха ръчните логаритмични линейки, а авиоконструкторите използваха моливи и големи листове хартия, доведе до революция в нашето разбиране на Вселената. Беше потвърдена теорията за Големия взрив и открити първичните смущения в плътността, които образуват едромасщабната структура на Вселената. COBE установи, че Вселената е два пъти по-ярка, отколкото се мислеше преди това. Той доведе до появата на редица даже по-мощни от КМФИ прибори, един от които (WMAP) вече провери идеята, че в най-ранния си етап Вселената е претърпяла експоненциално разширение, наречено инфлация. Сега ние притежаваме точни стойности (специално от WMAP) на много от космическите параметри, и подготвяните понастоящем изследвания на КМФИ могат да изяснят природата на силите при Големия взрив при откриване на гравитационни вълни. Космическата експедиция "Планк", проект на Европейското космическа агенция при участието на NASA, трябва да стартира през 2008 г. и разпространи резултатите от WMAP на по-малки ъглови мащаби посредством използването на по-къси вълни. „Планк” също ще има и по-голяма чувствителност, използвайки болометрични детектори и ще има шанса да измери космически поляризиран сигнал по-добре и от WMAP.

Членовете от нашият отбор продължиха работата по много други проекти. Райнер Вайс е един от лидерите на проекта LIGO за детектиране на гравитационни вълни с лазерен интерферометър. Джордж Смут е професор в Калифорнийския университет в Беркли. Чарлз Бенет работи в университета Джон Хопкинс, а Даниел Уилкинсън,

който за съжаление почина през 2002 г., възглавяваше WMAP. Едуард Райт е главен изследовател в проекта WISSE (широкоъгълно инфрачервено сканиране на небето), който ще обработва цялото небе с чувствителност 1000 пъти по-голяма отколкото IRASS. Майкъл Хозер днес е заместник-директор на научния институт, който управлява космическия телескоп Хъбъл и ще управлява и космическия телескоп Джеймс Уел. Едуард Ченг основа малка компания Analytical Concepts, а Стефан Майер заема поста заместник-директор на института Енрико Ферми и заместник-директор по космологична физика в Чикагския университет. Голяма част от старшите ръководители на проекта и инженери излязоха в пенсия.

Наблюденията на COBE доведоха и до нови космически експедиции, като например космическия телескоп Джеймс Уел (JWST), нацелен за наблюдение на първите звезди в галактиките. Това е моят сегашен проект, в който аз съм определен като старши изследовател. Той представлява разгръщането на 6,5-метров инфрачервен телескоп, заплануван да бъде задействан през 2013 г. в слънчево-земна орбита на точката на Лагранж_{1,2}. С неговото защитено обкръжение и седем съвременни инфрачервени детектора и прибори могат да бъдат направени зашеметяващи открития. Теоретичите уверено предсказват, че звездообразуването е започнало при много големи червени премествания (20) и че някои от първите протогалактики и свръхнови могат да бъдат наблюдавани при отмествания 15 или даже по-големи.

Благодарности. Експериментът COBE беше за пръв път предложен през 1974 г., и нашият отбор дължи голяма благодарност на всички онези, които прочетоха нашите тънки буклети и осъзнаха тяхната важност. Доктор Ненси Богес, главен специалист по програмата за инфрачервена астрономия при Главното управление на NASA, беше една от тях. Тя защитава COBE даже когато много астрономи не бяха заинтересовани, а тя поддържаше и други инфрачервени астрономични експерименти, като IRAS-летищата обсерватория “Куйпер” (Kuiper Airborne Observatory), стратосферната астрономична обсерватория SOFIA (the Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy) и космическия телескоп “Спитцер” (Spitzer Space Telescope). След пускането на COBE ние получихме много полезна и силна поддръжка от редица ръководители на NASA и на Държавния център за космически полети, които проявиха търпение и вяра в нашата работа. Нашият отбор беше голям и голяма част от неговите членове (но не всички) са споменати в книгите на Мадър и Бослоук (Mather, Boslough, 1996) и Смут и Девидсон (Smoot, Davidson, 1996). Ние също сме благодарни на данъкоплатците, финансиращи проекта COBE, независимо дали те знаеха за това или не. Бенджамин Франклин, един от най-великите учени на своето време, и Томас Джеферсън, първият американски президент, поддържал главния научно-изследователски проект, биха се гордели, виждайки, че страната, на която те помогнаха да се образова, е продължила да поддържа науката в полза на общественото благо.

Ние също сме благодарни на нашите семейства, които всъщност бяха участници в проекта COBE, знаейки или не това, и поддържаха, или поне търпяха дългите часове на отсъствие, в които ние работехме за успеха на експедицията. Що се отнася до мен,

то аз съм особено благодарен на съпругата си Джейн, която ме познаваше още преди да бъде измислен COBE през 1974 г., и която от тогава проявяваше дълбок интерес. Родителите ми ме изпратиха на училище по свой пример (баща ми беше генетик и работеше с млекопитаещ добитък, майка ми беше учителка), и платиха астрономични суми за моето обучение. Учителите ми ме напътстваха по пътя и насърчаваха моята любознателност. Особено съм благодарен на ръководителя на дипломната ми работа Пол Л. Ричардс, който положи началото на нашата аеростатна апаратура, и на моя съученик Дейвид Уули, който накара тази апаратура да заработи. За финансиране на моето участие в проекта COBE през 1974 г., моят ръководител на докторската ми дисертация Патрик Тадеуш получи кредит, и без неговото влияние нямаше да има въобще COBE. От участниците в отбора на COBE аз изказвам особена благодарност на нашия ръководител на проекта Роджър Метсън и на неговия заместник Денис Маккарти, на управляващия прибора FIRAS Роберт Мейчел, на конструктора на прибора FIRAS Майкъл Роберто, и на Ричард А. Шефер, помощник на главния изследовател. Дейл Фиксен разработи калибровката на FIRAS, а Ричард Исаакмен и Ширли Рид възглавяваха двете групи програмисти на FIRAS. Благодарен съм и на моят съавтор Джон Боуслок, без когото нашата книга “Първата светлина” нямаше да бъде написана.

С помощта на средствата от Нобеловата награда и от премията на фонда по космология „Питер Грабер” (Peter Gruber Foundation), със съгласието на жена ми Джейн, основах фонд за наука и изкуство „Джон и Джейн Мадър” (John and Jane Mather Foundation for Science and Arts). Джордж Смут също организира фонд с аналогични цели. Това е един от начините да изразим нашата благодарност на много хора, които внесоха своят принос в проекта COBE.

Превод от руски: **Н. Ахабабян**
(УФН, т. 177, № 12, 2007)

**Редколегията на “Светът на физиката”
честити 75-годишния юбилей на
ст.н.с. I ст. дфн НЪШАН АХАБАБЯН
– главен редактор на списанието,
и му пожелава здраве и творческо дълголетие!**

ХИМИЧЕСКИТЕ ЕЛЕМЕНТИ СТАВАТ ВСЕ ПО-ТЕЖКИ*

Д. Динев

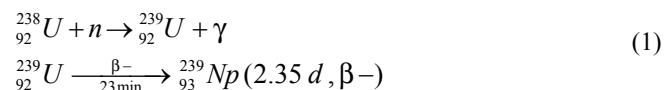
В едно откритие има красота!
Глен Сиборг

Трансуранови елементи

Както е добре известно, списъкът на химическите елементи, които се срещат в природата, завършва с елемента уран, имащ атомен номер $Z=92$. Химическите елементи с атомен номер, по-голям от 92 до $Z=103$, се наричат трансуранови. Те не се срещат в природата поради това, че са радиоактивни и имат период на полуразпад, много по-малък от възрастта на нашата планета. Трансурановите елементи са синтезирани изкуствено чрез ядрени реакции, които повишават заряда на ядрото.

Първият изкуствено синтезиран химически елемент, по-тежък от урана, е нептуният – [1]. Това е елемент с атомен номер $Z=93$. Той е синтезиран в Националната лаборатория на САЩ в Бъркли, която сега носи името на Е. Лоурънс (Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL). Автори на откритието са Е. Макмилън (E. McMillan) и Ф. Ейбълсън (Ph. Abelson). Дватама облъчват уранова мишена с неутрони, произведени в един от създадените от Лоурънс циклотрони. Те регистрират β -активност с $T_{1/2} = 2.35$ дни. По-късно по химичен път Макмилън и Ейбълсън успяват да изолират новият елемент и да го изследват.

Реализираната от Макмилън и Ейбълсън ядрена реакция може да се опише със следните уравнения:



Ще напомним, че при β -разпада един неутрон от ядрото се превръща в протон по схемата:



Тъй като следващата след Уран планета от Слънчевата система е Нептун, Макмилън нарича новия химически елемент „нептуний“, символ Np.

Още тези първи експерименти очертават етапите, които трябва да се следват при синтезирането на един трансуранов елемент. Първо, чрез подходяща ядрена реакция трябва да се получи новият изотоп. След това този изотоп трябва да се отдели по хими-

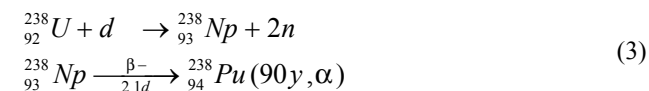
* Виж: Н. Балабанов. Ядрената ойкумена. Светът на физиката, №3, 2001, стр. 210-217 (Бел. авт.)

чен път от сместа или съединението с други елементи. Накрая трябва да се определят поредният номер, масовото число и химическите свойства на новия елемент.

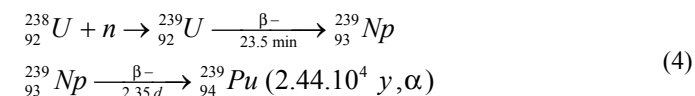
След успеха с нептуния Макмилън започва търсенето на следващия химически елемент, имащ атомен номер $Z=94$. Точно в този момент обаче (1940 г.) той е принуден да прекъсне тези свои изследвания и да се присъедини към работата по усъвършенстването на радара.

Усилията да се синтезират нови трансуранови елементи в LBNL продължава Г. Сиборг (G. Seaborg). Заедно с Дж. Кенеди (J. Kennedy) и А. Уол (A. Wahl) Сиборг бомбардира мишена от уранов оксид с 16 MeV деутрони, ускорени в 60-инчовия циклотрон на Бъркли. През декември 1940 г. е регистрирана повишена α -радиоактивност. Чрез химическо разделяне на изотопите с различен период на полуразпад Сиборг и неговите сътрудници изолират елемент с $Z=94$ и изучават неговите химически свойства. Следвайки въведената от Макмилън „планетна“ традиция, новият елемент е наречен плутоний, Pu, по планетата Плутон следваща след Нептун в реда от планети на Слънчевата система.

Реализирана е следната реакция:

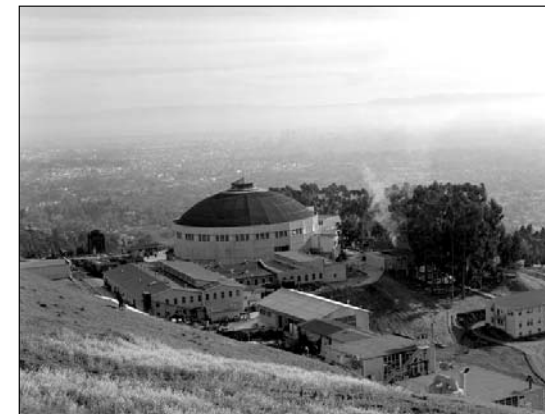


През 1941 г. към групата на Сиборг се присъединява Е. Серге (E. Segre). Те откриват нов изотоп на плутония – Pu-239:



Сиборг и неговите колеги показват, че Pu-239 се дели при облъчване с топлинни неутрони. Сечението на делене е много голямо (738 b), сравнимо с това на U-235. Това прави изотопа Pu-239 много ценен от военна гледна точка.

Тук трябва да се отбележи, че изследванията по синтезиране на трансуранови



Фиг. 1. Националната лаборатория на САЩ „Е. Лоурънс“ в Бъркли



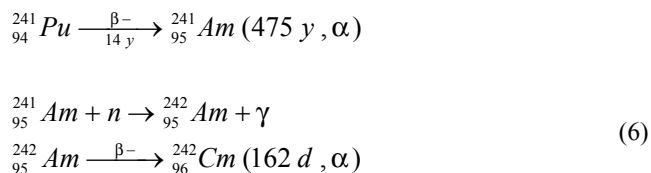
Фиг. 2. 60-инчовият циклотрон в Бъркли. На снимката е създателят на циклотрона Е. Лоурънс (E. Lawrence) и един от пионерите на ускорителната техника Куксей (Cooksey)

ядрени физици и химици е създаването на атомна бомба, т. нар. проект „Манхатън“. Самият Сиборг се присъединява към химическата група на проекта „Манхатън“. В т. нар. „Металургична лаборатория“ на Чикагския университет той се заема с разработването на промишлен метод за производството на плутоний. В течение на няколко години той отдава всичките си сили и способности за решаването на тази сложна научна и технологична задача.

Към темата за трансурановите елементи Сиборг се връща отново през 1944 г. През тази година той успява да синтезира в Чикаго следващите два трансуранови елемента – америций ($Z=95$) и кюриум, Cm ($Z=96$). За целта Сиборг използва интензивния неутронен поток, генериран от първия ядрен реактор. Реализирани са следните реакции:



и



Кюриум притежава много висока специфична активност ($\sim 4,4\text{Ci/mg}$). Разработени са специални методи за работа с високи активности.

Тъй като получените количества от новите елементи са много малки ($\sim \mu\text{g}$), е създадена нова област на химията, в която се изследват химическите свойства на много

елементи, проведени в LBNL през периода 1940-1941 г., са извършени преди създаването на ядрения реактор. Като източник на неутрони и на ускорени деутрони са използвани построените от Лоурънс и неговите сътрудници циклотрони. Първият ядрен реактор е пуснат в действие едва през декември 1942 г. в Чикаго, под ръководството на Е. Ферми. След построяването на този реактор, на разположение на ядрените физици и химици вече е един мощен източник на неутрони.

По онова време (1942 г.) най-важната задача за американските

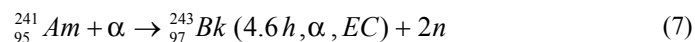
малки количества вещество, т. нар. микрохимия.

Всички изследвания по синтезирането на новите трансуранови елементи и по изучаването на техните химически свойства, проведени в САЩ през периода 1940-1945 г., са засекретени. Те са публикувани едва след края на Втората световна война, през 1946-1948 г. [2,3].

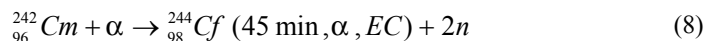
Анализирайки химичните свойства на новите елементи, Сиборг забелязва, че нептуният ($Z=93$) не е подобен на рения, или както тогава се казвало не е екариев, а е подобен на актиния. По същия начин плутоният ($Z=94$) не е подобен на осмия, т.е. не е екаосмий, а също е подобен на актиния. Тогава Сиборг създава концепцията за съществуването на една нова серия химически елементи – актинидите. Подобно на групата на редкоземните елементи, актинидите са елементи, които образуват група от елементи с близки химични свойства. От гледна точка на квантовата механика това се обяснява с факта, че при тези елементи се запълва не най-външният електронен слой, който определя химичните свойства, а се доизгражда нисколежащият слой 5f. В f-слоя може да има до 14 електрона, т.е. може да има 14 елемента с химически свойства подобни на тези на актиния. Последният елемент от серията на актинидите е лоуренсият, Lr ($Z=103$). Следващият елемент с $Z=104$, ръдърфордият, Rd, вече е подобен по своите химични свойства на хафния, Hf – Фиг. 3.

1																	18				
1 H	2															18 He					
3 Li	4 Be															5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar			
19 K	20 Ca	21 Sc	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Ga	14 Ge	15 As	16 Se	17 Br	18 Kr				
37 Rb	38 Sr	39 Y	22 Zr	23 Nb	24 Mo	25 Tc	26 Ru	27 Rh	28 Pd	29 Ag	30 Cd	31 In	32 Sn	33 Sb	34 Te	35 I	36 Xe				
55 Cs	56 Ba	57 La	58-71 ↑	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn			
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90-103 ↑	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112	113	114	115	116		118			

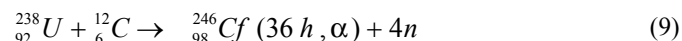
калифорний, Cf (Z=98), синтезиран през 1950 г. За тяхното синтезиране са използвани следните реакции:



и



През 1950 г. за първи път от групата на Сиборг е приложен нов подход към синтезирането на тежки елементи – облъчване на мишената с поток от ускорени над кулоновата бариера йони. В случая са използвани „голи“ въглеродни ядра C^{6+} :



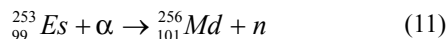
През 1951 г. Е. Макмилън и Г. Сиборг са удостоени с Нобеловата награда по химия за „открития в химията на трансурановите елементи“. По онова време Сиборг е едва на 39 г. и е най-младият Нобелов лауреат.

Два от трансурановите елементи са открити за първи път в продуктите на термоядрен взрив. Това става през 1952 г. Новите елементи са наречени айнщайний, Es (Z=99) и фермий, Fm (Z=100). При кратковременното облъчване на U-238 със свръхмощния неутронен поток, създаван от термоядрения взрив, протича реакцията:



Елементите с атомен номер $Z > 100$ са синтезирани при бомбардирането на мишени от тежки актиниди с ускорени йони на C, B, Ne, O и др..

През 1955 г. в Бъркли е синтезиран менделеевий, Md (Z=101). Важна роля при неговото синтезиране, а също и при синтезирането на много от предишните трансуранови елементи, играе А. Гиорсо (А. Ghiorso). Използвана е реакцията:



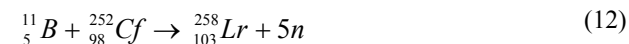
Историята на синтезирането на 102-рия елемент е богата на обрати. Този елемент е наречен nobelium, No. Първото съобщение за синтезирането на nobelium идва през 1957 г. от учените от Стокхолм. Те обявяват, че са създали новия елемент при облъчването на мишена от Cm-244 с въглеродни йони, ускорени в циклотрон. За съжаление опитите



Фиг. 4. Е. Макмилън и Г. Сиборг по времето, когато са удостоени с Нобеловата награда по химия (1951 г.)

да се повтори този експеримент, направени от групата на Г. Н. Фльоров в Обединения институт за ядрени изследвания (ОИЯИ) в Дубна и от групата на Сиборг в LBNL, не дават резултат. На следващата година (1958) nobelium е синтезиран в Бъркли от Сиборг, Гиорсо и др. В ОИЯИ nobelium е синтезиран при облъчването на мишена от Pu-239 и Pu-241 с ускорени в циклотрона У-400 йони на кислорода, O^{8+} .

Последният елемент от серията на актинидите, лоуренсият, Lr (Z=103), е синтезиран през 1961 г. отново в LBNL от А. Гиорсо и др., при облъчването на мишена от калифорний с ускорени в циклотрон йони на бора, B^{11+} . Реализирана е следната реакция:



Полученият изотоп има масово число $A=258$ и период на полуразпад 8 s. Трансурановите елементи са метали, които лесно се окисляват и които са силно отровни. Всички трансуранови елементи са радиоактивни (α , β , EC, SF). Периодите на полуразпад рязко намаляват с нарастването на поредния номер Z. Докато за изотопа ${}_{96}^{247}\text{Cm}$ периодът на полуразпад е 17 млн. години, за лоуренсия той е 8 s. Повече сведения за синтезирането на трансурановите елементи читателят може да намери в Нобеловата лекция на Г. Сиборг от 1951 г. – [4].

2. Синтезиране на свръхтежки елементи (SHE)

Синтезирането на елементи с голям атомен номер ($Z > 103$) става чрез облъчването на мишена с ускорени йони. Тъй като йоните трябва да притежават достатъчно голяма кинетична енергия, за да успеят да преодолеят кулоновата бариера на ядрата на мишената, то компаунд ядрото, образувано след сливането на ядрото-снаряд с ядрото на мишената, е силно възбудено ($E_x \sim 20\text{--}40\text{ MeV}$). В около 1% от случаите това силно възбудено ядро се „охлажда“ чрез излъчването на неутрон (или γ -квант). Но в останалите 99% от случаите нагрятото тежко ядро претърпява спонтанно делене (SF) до по-леки ядра. Резултатът е, че вероятността за образуването на свръхтежко ядро е много малка.

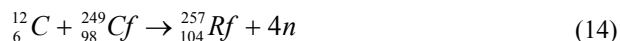


Фиг. 5. Тежкыйонният циклотрон У-400 на Лабораторията за ядрени реакции на ОИЯИ, Дубна

Елементите с $Z=104$, наречен рѣдърфордий, Rd, и със $Z=105$, наречен дубний, Db, са синтезирани все още по стария метод на „горещо сливане“ (hot fusion). Рѣдърфордият е синтезиран през 1964 г. в ОИЯИ под ръководството на Г. Н. Флъоров и през 1967 г. в LBNL от А. Гиорсо и др. Реакцията, реализирана в Дубна, е:

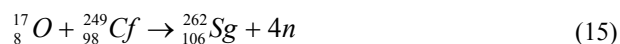


А в Бъркли използват реакцията:



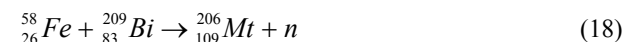
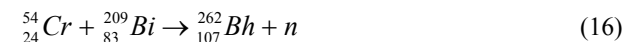
Дубният е синтезиран през 1967 г. в ОИЯИ под ръководството на Г. Н. Флъоров при облъчването на плутониева мишена с йони на Ne.

Следващият елемент има $Z=106$. Той е наречен сиборгий, Sg, и е синтезиран през 1974 г. в LBNL от А. Гиорсо и др. чрез бомбардирането на калифорниева мишена с ускорени кислородни йони:



През 1974 г. става важен пробив в методите за синтезиране на свръхтежки елементи – Ю. Ц. Оганесян и сътрудници разработват в ОИЯИ концепцията за т. нар. студено сливане (cold fusion) [5]. При реакцията на студено сливане мишена от материал с т. нар. „магически“ ядра ${}^{208}_{83}\text{Pb}$ ($Z=82, N=126$) или ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ ($Z=83, N=126$) се бомбардират с йони на елементи, по-тежки от Ag. Използва се голямата енергия на свързване на нуклеоните в магическото ядро. В съставното ядро, образувано след сливането на ядрото на мишената с ядрото-снаряд, нуклеоните са много по-слабо свързани. Това в значителна степен компенсира голямата кинетична енергия на бомбардиращото ядро. Компаунд ядрото, получено след реакция на студено сливане, има ниска енергия на възбуждане ($E_x \sim 10\text{--}20\text{ MeV}$). То се освобождава от тази „излишна“ енергия чрез излъчването само на 1-2 неутрона. Вероятността да се създаде свръхтежко ядро, преди компаунд ядрото да претърпи спонтанно делене, силно нараства.

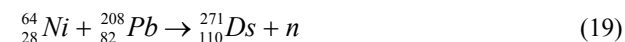
В периода 1981-1984 г. в Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), Дармщадт, Германия с помощта на метода на студено сливане са синтезирани елементите: $Z=107$, наречен борий, Bh, $Z=108$, наречен хасий, Hs, и $Z=109$, наречен майтнерий, Mt, [6]. Научният колектив, извършил тези открития, е ръководен от П. Армбрустер (P. Armbruster) и Г. Мюнценберг (G. Munzenberg). За ускоряването на йоните е използван линейният йонен ускорител UNILAC. Идеята за построяването на този ускорител и за създаването на GSI е дадена през 1969 г. от К. Шмелцер (Ch. Schmelzer). Сеченията на реакциите на синтез на тези нови елементи са много малки. Например, сечението на реакцията, водеща до синтезирането на Mt е само 16 pb, което означава, че се създава един атом на две седмици непрекъснато облъчване на мишената. Реализирани са следните реакции:



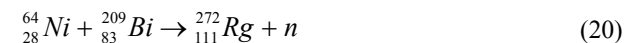
Придвижването към още по-тежки елементи изисква значителното увеличаване на интензивността на ускорените йонни снопове и на чувствителността на методите за сепариране и детектиране.

Елементите със $Z=110$ и $Z=111$ са синтезирани за първи път също в GSI през 1994 г.

от С. Хофман (S. Hofmann), В. Нинов и др. Елементът с $Z=110$ е наречен дармщадтий, Ds, а елементът с $Z=111$ – рьонгений, Rg. При синтезирането на дармщадтия е реализирана следната реакция:



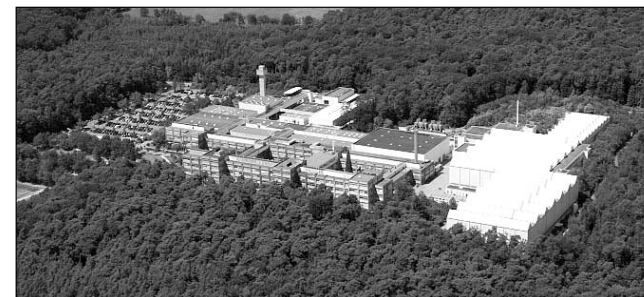
При синтезирането на рьонгения е използвана реакцията:



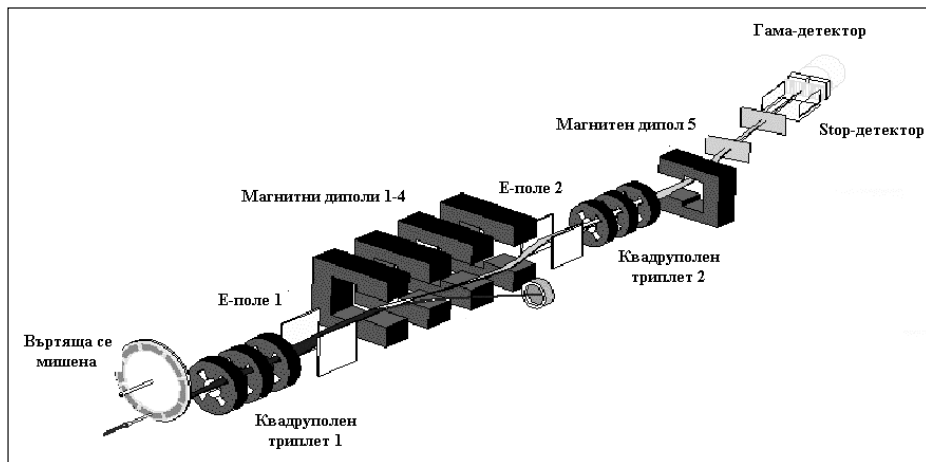
За сепарирането на синтезираните свръхтежки ядра от останалите продукти на реакцията и последващите разпади в GSI използват едно сложно съоръжение, наречено „филтър по скорости“. Този сепаратор е наречен SHIP – Separator for Heavy Ion reaction Products – Фиг. 7.

SHIP позволява да се детектира само едно свръхтежко ядро на ден от $3 \cdot 10^{12}$ p/s в първичния йонен сноп и продуктите на реакцията.

Принципът на работа на филтъра по скорости е даден още в началото на миналия век от В. Вин (W. Wien). Той се основава на комбинираното действие на електрични и магнитни полета. За зададена скорост на частиците, отклоняващите действия на тези електрични и магнитни полета, се анулират взаимно. По този начин само свръхтежките ядра преминават през филтъра по скорости, а останалите йони и продуктите на реакцията се филтрират.

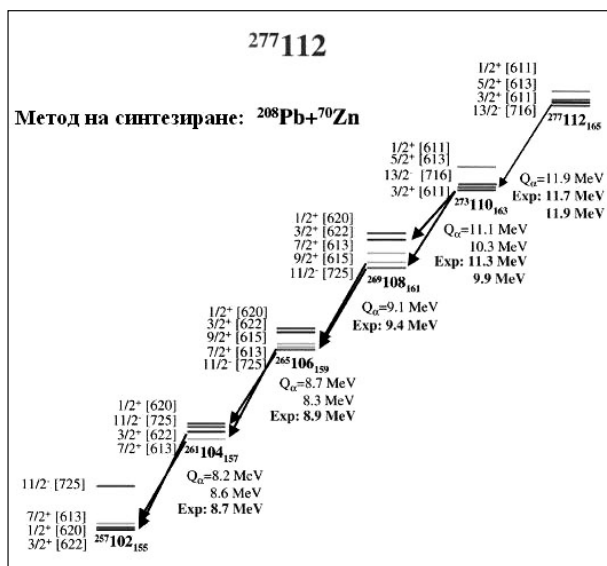


Фиг. 6. Германският научен център за изследвания с тежки йони в Дармщадт (GSI)



Фиг. 7. Сепараторът на тежки йони SHIP в GSI, Дармщадт

Скоростите на свръхтежките ядра, преминали през филтъра по скорости, се измерват още веднъж много прецизно по метода на времето на прелитане. След това измерване свръхтежките ядра попадат в позиционно чувствителни повърхностно-бариедни полупроводникови детектори. Свръхтежките ядра се имплантират в тези детектори.



Фиг. 8. Вери́га от α-разпади на елемента $^{277}_{112}$

Прецизно се определя положението и енергията на всяко ядро.

Идентифицирането на свръхтежките ядра става чрез измерването на характеристиките на тяхното радиоактивно разпадане. Проследява се цялата верига от α-разпади до по-леки дъщерни ядра. Описаният метод за идентификация на свръхтежките ядра е известен като метод на корелациите.

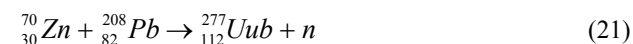
По-късно експериментите по синтезиране на тези два елемента са повторени успешно в Националния център RIKEN в Токио от

групата на К. Морита (K. Morita) [7]. Сеченията на използваните реакции на сливане са много малки: 3.6 pb и 3.5 pb съответно. Измерванията продължават 2 до 3 седмици непрекъснато. Новите свръхтежки ядра са стабилни спрямо спонтанно делене. Те се разпадат чрез излъчването на α-частица, т.е. дъщерното ядро има 2 протона и 2 нейтрона по-малко.

Образува се верига от изотопи, свързани чрез α-разпади. Тази верига се стопира, когато се достигне до ядро, за което вероятността за спонтанно делене е значителна. При изотопа $^{271}_{110}\text{Ds}$ са регистрирани 9 подобни вериги от свързани с α-разпади изотопи, а при изотопа $^{272}_{111}\text{Rg}$ – 3 вериги.

През 1996 г. от същата група учени в GSI е синтезиран и елемент, имащ $Z=112$ [8].

Това става чрез бомбардирането на мишена от Pb-208 с йони на цинка:



Засега 112-ият химически елемент няма име*. Експериментът по синтезирането на 112-ия елемент също е повторен в RIKEN. През 2003-2004 гг. в RIKEN е поставен и световен рекорд по измерването на реакции с много малко сечение. Измерването трае 140 дни, като без прекъсване се облъчва мишена от Bi-209 с ускорени йони на цинк. Въпреки това е регистрирана само една верига от α-разпади. Измереното сечение на реакцията на сливане е 55 fb.

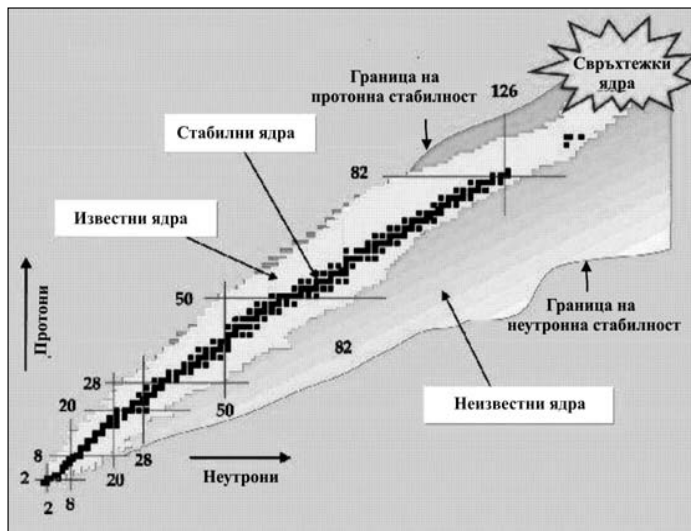
Времето на живот на свръхтежките ядра е много кратко. Например 112-ият елемент има период на полуразпад само 280 μs.

Острови на ядрена стабилност

Структурата на тежките ядра се определя от противоборството между привличането между нуклеоните, дължащо се на силното взаимодействие и кулоновото отблъскване между протоните – [9]. За разлика от леките ядра при тежките ядра кулоновото отблъскване не може вече да се разглежда като малка пертурбация спрямо едно доминиращо силно взаимодействие. Това прави теоретичното разглеждане на стабилността на тежките ядра трудна задача.

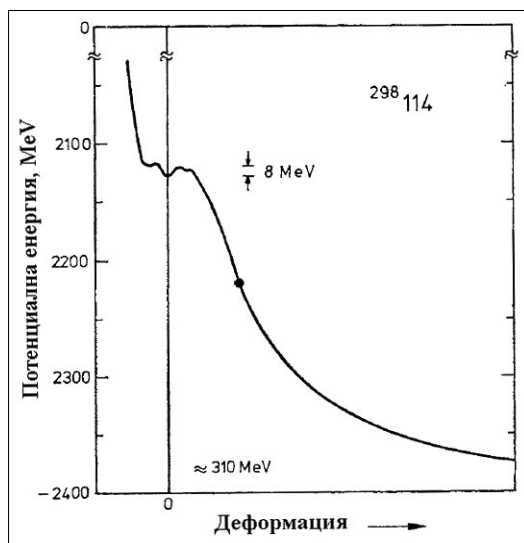
В класическия капковиден (макроскопичен) модел на атомното ядро формата на ядрото се определя от това, кое преобладава – повърхностното напрежение ($\sim A^{2/3}$) или кулоновото отблъскване между протоните ($\sim Z^2/A^{1/3}$) [Н. Бор (N. Bohr), Дж. Уилър (J. Wheeler), 1939 г.]. При тежките и свръхтежките ядра кулоновата сила става толкова голяма, че „ядрената капка“ става нестабилна спрямо повърхностни деформации и с голяма вероятност се дели на два по-леки фрагмента. Капковидният модел обаче не каз-

* Когато текстът на тази статия беше готов, се появи съобщение, че Международният съюз за чиста и приложна химия (IUPAC) признава синтезирането на химическия елемент с $Z=112$ от специалистите на GSI – Дармщат. По предложение на изследователският екип с ръководител С. Хофман (S. Hofmann) 112-ият елемент е наречен на името на именития полски астроном Н. Коперник – copernicium. (Бел. авт.)



Фиг. 9. Карта на нуклеостабилните ядра

Слоестият (микроскопичен) модел на ядрото се основава на хипотезата, че реалните сили, действащи между нуклеоните, могат да се заменят с взаимодействията



Фиг. 10. Потенциална енергия на двойномагичното ядро $^{298}_{114}$ като функция на деформацията

им с едно общо за всички нуклеони самосъгласувано поле. Така много-частичната задача за движението на нуклеоните в ядрото се свежда до задачата за движение на единичен нуклеон в подобно самосъгласувано поле. Нуклеоните като частици с полуцял спин (фермиони) се подчиняват на принципа на Паули. Подобно на това, което се случва в електронната обвивка на един атом, в ядрото се формират нуклеонни слоеве. Ядра, в които нуклеоните формират запълнен слой, имат повишена стабилност. Тези особено стабилни ядра са наречени „магически”. Това са ядрата, съдържащи 2, 8, 20, 50, 82 или 126 протона/неутрона. Тези числа се наричат „магически” (М. Геперт-Майер (M.

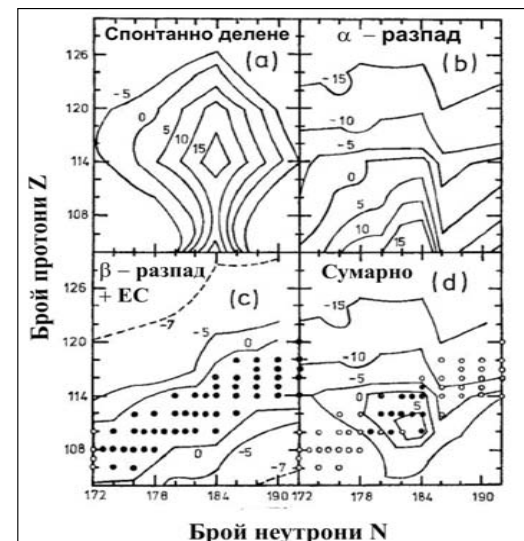
ва нищо за вътрешното подреждане на протоните и неутроните в ядрото. Това вътрешно подреждане съществено влияе върху свойствата на ядрото и в частност на енергията на връзка на нуклеоните.

Сега е ясно, че съществуването на ядра с $Z > 102$ се дължи на стабилизиращия ефект на нуклеонните слоеве, който има квантова природа.

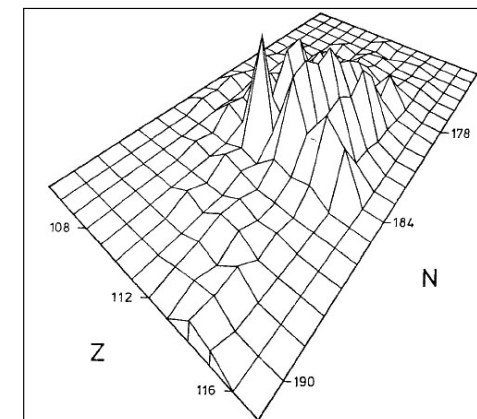
G. Mayer), 1948 г.). Ядра, за които и броят на протоните, и броят на неутроните е магическо число, се наричат двойно магически. Това са: ^4_2He , $^{16}_8\text{O}$, $^{40}_{20}\text{Ca}$, $^{48}_{20}\text{Ca}$, $^{208}_{82}\text{Pb}$. Тези ядра са особено устойчиви.

В колективните (макроскопични-микроскопични) ядрени модели енергията на свързване на нуклеоните е сума от една макроскопична част, която се взема от модела на заредена капка и една микроскопична част (shell correction energy), която се взема от слоестия модел на ядрото (О. Бор (O. Bohr), Б. Мотелсън (B. R. Mottelson) и др., 60-те години на миналия век). В колективните модели на ядрото се отчита влиянието на колективното движение на нуклеоните върху параметрите на средното поле. В едно несферично ядро енергетичните нива се определят както от едночастичните, така и от колективните (въртене, трептене) движения на нуклеоните, които се намират извън запълнените слоеве. Колективните ядрени модели предсказват, че ядра с $Z=108$, $N=162$ (за деформирани ядра) и ядра с $Z=114$, $N=184$ (за сферични ядра) ще имат повишена стабилност (1966 г. Х. Мелднер (H. Meldner), Г. Рюпер (G. Roper)). Тези двойно магически ядра са центрове на т. нар. острови на ядрена стабилност, в които свърхтежките ядра имат относително голямо време на живот.

На Фиг. 10 е показана теоретично изчислената зависимост на потенциалната енергия на двойномагичното ядро $^{298}_{114}$ от деформацията на това ядро. При нулева деформация (сферично ядро) има малък минимум в енергията на ядрото. Големината на потенциалната бариера е 8-14 MeV и играе решаваща роля за стабилността на това ядро спрямо спонтанно делене (SF). Такова спонтанно



Фиг. 11. Теоретично предсказани времена на живот за ядра от първия остров на стабилност. а. спонтанно делене; б. α-разпад; в. EC+β-разпад



Фиг. 12. Първи остров на ядрена стабилност за свърхтежките ядра

делене може да се случи само в резултат на тунелен преход, а това означава големи времена на живот спрямо SF , $T_{1/2} \sim 10^7\text{-}10^{15}$ у.

Освен чрез SF свръхтежкото ядро може да се разпадне чрез α -разпад, β -разпад и захващане на електрон (ЕС). Изчислените полувремени на тези процеси за ядра от първия остров на стабилност, са показани на Фиг. 11. Числата на кривите на тази фигура са степени на 10. Съответните $T_{1/2}$ са в години. Например за SF $T_{1/2}$ се изменя от 10^{15} у до 10^{-5} у ≈ 5 min.

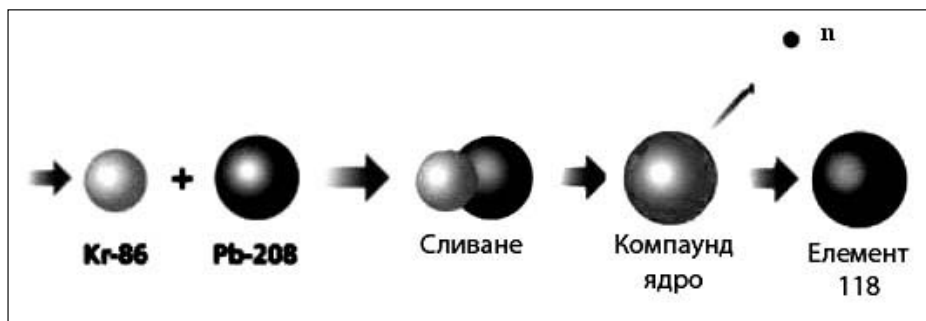
На Фиг. 12 първият остров на ядрена стабилност е показан в примерна графика. Вертикалната ос е пропорционална на стабилността на ядрата.

4. Синтезирането на 118-тия елемент и случаят “Виктор Нинов”

В продължение на 40 години учените от LBNL, Бъркли синтезират 12 нови химически елементи. Това е впечатляващ резултат, плод на упорита и плодотворна работа. През 80-те и 90-те години на миналия век обаче лидерството в областта на синтезирането на нови свръхтежки елементи постепенно се измества към ОИЯИ, Дубна и GSI, Дармщадт. В тези лаборатории последователно бяха синтезирани елементите с $Z = 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111$ и 112 . Напълно естествен е стремежът на учените от Бъркли да си възвърнат лидерските позиции в синтезирането на нови свръхтежки елементи.

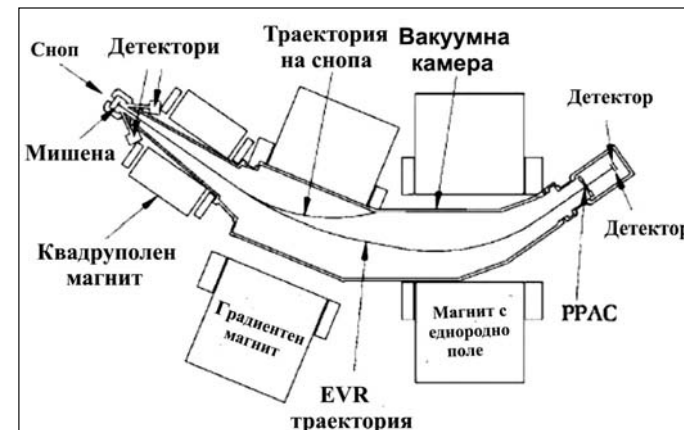
В края на 90-те години на миналия век усилията на всички групи, работещи в областта на синтезирането на свръхтежки елементи, са насочени към доближаването или дори достигането до предсказания от теорията остров на ядрена стабилност със $Z = 114$ и $N = 184$.

В LBNL тези търсения се оглавяват от К. Грегорич (К. Е. Gregorich). Специалистите от Бъркли базират своите търсения върху теоретичните разработки на полския физик Р. Смолянчук (R. Smolanczuk), който предсказва, че при облъчването на оловна мишена с ускорени йони на криптона би могло да се прескочи областта $Z = 110\text{-}117$ и да се синтезира елемент с $Z = 118$, при относително голямо сечение на реакцията на сливане [10]. Този процес е показан схематично на Фиг. 13.



Фиг. 13. Предложената от Р. Смолянчук реакция за синтезиране на 118-тия елемент

Групата на Грегорич решава да експериментира предложената от Смолянчук реакция. За целта сноп от йони на криптона е ускорен в 88-инчовия циклотрон на Бъркли и се насочва към много тънка оловна мишена. Тъй като, ако се синтезират ядра на 118-тия елемент, то те ще бъдат много малко, буквално няколко, потенциалните ядра-кандидати трябва много прецизно да се сепарират от останалите продукти на реакцията. Тази прецизна сепарация се извършва в един сложен прибор – газонапълнения сепаратор (BGS) – Фиг. 14. BGS се състои от сложна система от анализиращи и фокусиращи магнитни полета и система от детектори, които позволяват да се регистрира много точно енергията, положението и времето на реакцията на сливане. Подобен газонапълнен сепаратор се използва успешно в продължение на много години в GSI.



Фиг. 14. Конструкция на газонапълнения сепаратор в LBNL (BGS)

През 1996 г. LBNL привлича един от водещите специалисти от екипа на GSI – българина Виктор Нинов. С натрупания в Дармщадт опит, той е трябвало да помогне на специалистите от Бъркли да построят газонапълнен сепаратор и в провеждането на експериментите по търсенето на свръхтежки ядра.

Виктор Нинов защитава през 1992 г. в GSI докторска дисертация, свързана със синтезирането на свръхтежки елементи. Той създава компютърните програми, обработващи първичните експериментални данни от детекторите. В средата на 90-те години на миналия век Виктор Нинов израства до една от основните фигури при синтезирането на свръхтежки елементи. Той участва активно в синтезирането в GSI на елементите с $Z = 110, 111$ и 112 . В съобщенията за откриването на тези три нови елемента неговото име е поставено на второ място, веднага след името на лидера на екипа С. Хофман.

Експериментите по синтезирането на 118-тия елемент, по предложената от Смолянчук схема, започват в LBNL през 1999 г. Нинов играе важна роля в тези експерименти. От детекторите на газонапълнения сепаратор се събира огромен обем от първични данни, които в двоичен вид се записват на магнитни ленти. След това тези първични данни се обработват с помощта на създадените от Нинов компютърни програми. Нинов единствен от екипа е познавал в детайли работата на това сложно програмно обезпечение. Той също така е бил и единственият член на екипа, извършващ

първичната обработка на информацията от детекторите. На останалите членове на екипа резултатите от експеримента се представят в преработен вид за извършването на по-нататъшен анализ и изводи.

По какво се прави заключение, че при реакцията между Kг-36 и Рb-82 са се получили ядра със $Z = 118$? Ако се синтезират ядра на 118-тия елемент, то те ще са нестабилни и ще се разпадат до по-леки ядра чрез излъчването на α -частици. Подобно на случаите при елементите с $Z = 110, 111$ и 112 , възниква поредица от α -разпади, които завършват с ядро, което изпитва спонтанно делене. Като доказателство за синтезирането на ядро със $Z = 118$ служи регистрирането на верига от α -разпади, с необходимата енергия и времева последователност на регистрираните α -частици.

След провеждането през 1999 г. на първия експеримент и обработката на данните от детекторите, Нинов съобщава, че са намерени 3 вериги от α -разпади, които могат да се свържат със синтезирането на ядра със $Z = 118$. Останалите членове на екипа посрещат това с известна предпазливост и предлагат да се проведе втори експеримент. След провеждането на този втори експеримент Нинов съобщава, че в новите данни е намерена още една α -верига, която може да се свърже с ядро със $Z = 118$. Това вече дава увереност на всички членове на екипа, че действително се е получил желаният положителен резултат – синтезирането на 118-тия химичен елемент. На 9 август 1999 г. LBNL изпраща до Physical Review Letters съобщение за синтезирането в Бъркли на 118-тия химичен елемент [11].

Това съобщение е посрещнато с интерес (и вероятно с благородна завист) от конкуриращите групи в GSI, ОИЯИ и RIKEN. Още същата година групата на С. Хофман в GSI повтаря поставеният в Бъркли експеримент, но без положителен резултат. По-късно подобен експеримент е поставен и в RIKEN и също без успех. Възниква съмнение действително ли учените от Бъркли са успели да синтезират елемент със $Z = 118$? Отчетени ли са всички потенциални източници на грешки?

Тези съмнения заставят групата на Грегориц да постави през пролетта на 2000 г. трети експеримент. Този път експериментът завършва, без да бъде открита нито една верига от α – разпади, говорещи за синтезирането на ядро със $Z = 118$. Ситуацията започва да се усложнява, а атмосферата да се нажежава.

По настояване на редица учени се създава независима международна комисия за анализиране на резултатите от първите два експеримента в LBNL, които според Нинов съдържат доказателства за създаването на новия елемент. Комисията много детайлно анализира работата на оборудването и възможните източници на грешки и заключава, че оборудването работи коректно.

През април 2001 г. в LBNL е проведен четвърти експеримент по синтезирането на 118-тия елемент. Отначало Нинов съобщава, че в данните от този четвърти експеримент той е успял да намери една нова α -разпадна верига. Този път обаче, още един член на групата се включва в компютърната обработка на данните от детекторите. Това е В. Ловеланд (W. Loveland), който междувременно е изучил работата на програмното обезпечение. Той не намира в данните на четвъртия експеримент никакви следи от

α -разпадни вериги. Това засилва съмненията в коректността на заключенията, направени от Нинов на основата на резултатите от първите два експеримента. Облаците започват да се съгъстват над Нинов.

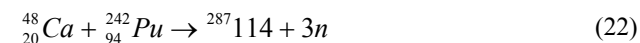
Сега в анализа на данните се включват и други членове на екипа. Някои от тях използват свой собствен софтуер. Направен е повторен анализ на данните от първите два експеримента и този път не е открито нищо!

Сагата продължава. Създадена е втора международна комисия, в която са включени и компютърни специалисти. Те откриват, че трите α -разпадни вериги, за които настоява Нинов, не присъстват в първичните данни от детекторите, а само във вече обработените текстови файлове. Назрява грандиозен международен скандал!

Създава се вече трета комисия, която да разследва случая, ръководена от Д. Хофман (D. Hofman), а след нея и четвърта независима комисия, ръководена от видния физик от Caltech Р. Вогт (R. Vogt). Тези комисии излизат със заключението, че има неопровержими доказателства за манипулация на първичните данни от страна на Нинов. LBNL оттегля през 2001 г. съобщението за синтезирането на 118-тия елемент. В. Нинов е уволнен от Бъркли. Изработена е серия от препоръки за това как трябва да се организира работата на един изследователски екип и как трябва да се разпределят отговорностите между неговите членове.

5. Синтезирането на свръхтежки елементи със $Z = 112-118$ в ОИЯИ, Дубна

В началото на 1999 г. учените от Лабораторията за ядрени реакции (ЛЯР) на ОИЯИ, Дубна съобщават за синтезирането на един атом от елемент с атомен номер 114 при облъчването на мишена от ^{244}Pu с ускорени в изохронния циклотрон У-400 йони на ^{48}Ca – [12]. Реализирана е реакцията:



Научният колектив в ЛЯР се ръководи от Ю. Ц. Оганесян. Това е съвместен експеримент с учените от Националната лаборатория на САЩ в Ливърмор (LLNL). Експерименталните резултати се обработват и анализират независимо от двата колектива и това повишава надеждността на направените заключения.

През периода 1999-2005 гг. в ЛЯР са проведени серия от експерименти, при които последователно са синтезирани свръхтежки елементи с $Z = 112-118$.

Реакциите с използване на мишени от актиниди (^{232}Th , ^{238}U , ^{242}Pu , ^{243}Am , ^{245}Cm , ^{249}Cf) са по-екзотермични от реакцииите на студено сливане и често се наричат „реакции на горещо сливане“ (hot fusion reactions). Енергиите на възбуждане на компаунд ядрото са високи – 35-50 MeV и е необходимо „изпаряването“ на 3-5 неутрона, за да премине ядрото в основно състояние.

Ядрото $^{48}_{20}\text{Ca}$ е двойно магическо ядро. В реакциите с използването на това ядро се залага на тази двойна магичност. Очаква се ефектът на нуклеонните слоеве все

още да присъства в получените свръхтежки ядра. Изотопът ^{48}Ca е рядък изотоп на Ca (0.187%). Технологията за получаването на този изотоп е сложна и скъпа, 1g обогатен ^{48}Ca струва 200 хил. USD. В ЛЯР се залага на много високата интензивност и на много малките загуби при ускоряването на йоните на калция в изохронния циклотрон У-400. Интензивността на този ускорител достига $3 \cdot 10^{12}$ ions/s. Разходът на ^{48}Ca е много малък, от порядъка на 0.5 mg/h.

Използваните в експериментите мишени от актиниди съдържат максимален брой неутрони. Те се произвеждат с помощта на мощен ядрен реактор в Ок-Ридж, САЩ. След това мишените се обогатяват с помощта на мас-сепаратор. Това се извършва в Института по експериментална физика в г. Саров (бившият закрит град Арзамас-16), Русия. Това са инсталации, които в миналото са били използвани от руската (съветската) ядрена програма и които след промените, настъпили през 90-те години на миналия век, бяха разсекретени и ориентирани към граждански проекти.

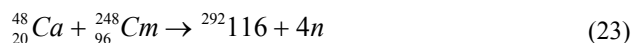
Изненадващо в Дубна е забелязано нарастване на времето на живот на новите изотопи с увеличаване на броя на неутроните. Измерените времена на живот са на порядъци по-големи от това на ядрата със $Z = 112$.

Има и друга изненада, свързана с относително голямото сечение на реакцията на сливане, което е от порядъка на 1 pb.

Експериментите по синтезирането на свръхтежки елементи, проведени през последните две десетилетия, показват, че сеченията на синтез намаляват монотонно с нарастването на броя на неутроните. Последните резултати, получени в ОИЯИ, прекъсват тази тенденция. По всичко изглежда, че учените от Дубна са се доближили до областта на относително стабилни сферични свръхтежки ядра, която се предсказва от теорията.

Получените свръхтежки ядра са стабилни спрямо спонтанно делене. Те се разпадат до по-леки ядра чрез изпускането на α -частици. През 2000 и 2001 г. в ЛЯР са регистрирани нови серии от α -разпади, които могат да се свържат със синтезирането на ядро с $Z = 114$.

Регистрирани са и три α -вериги, свързани със синтезирането на 116-тия елемент. Използвана е реакцията:



Във веригата от последователни α -разпади, следващи разпадането на ядрото със $Z = 116$, са елементите $^{288}_{114}$, $^{284}_{112}$, $^{280}_{110}$. Последното ядро се разпада чрез спонтанно делене. Регистрира се веригата $\alpha - \alpha - \alpha - \text{SF}$.

Разпадните α -вериги, регистрирани в ЛЯР, не са свързани с познати ядра и това затруднява вземането на окончателно решение. За да се отстрани всякакво съмнение е необходимо директно да се измери масата на получените изотопи или елементите да се идентифицират, чрез химични методи.

За сепариране на свръхтежките ядра в ЛЯР се използват газонапълненият сепаратор ДГФРС и филтърът по енергия Василиса.

Газонапълненият сепаратор – Фиг. 15 – е разположен между мишената и детекторите и служи за филтриране на частиците на йонния сноп, облъчващ мишената и на страничните (неинтересните) продукти на реакцията.

Сепараторът е запълнен с H_2 при налягане 10^{-3} atm. Йоните, преминали през газа имат различен заряд в зависимост от тяхната скорост. Това позволява те да се разделят чрез прилагането на отклоняващи магнитни полета.

Атомите, преминали през сепаратора, се имплантират в полупроводников детектор с обща площ 50 cm^2 . Измерва се времето на пристигане на откатния атом, неговата енергия и точните му координати (x,y). При разпадането на имплантираното ядро излъчените α -частици с енергия около 10 MeV се регистрират от детектора. Спонтанното делене отговаря на два съвпадащи по време силни сигнала.

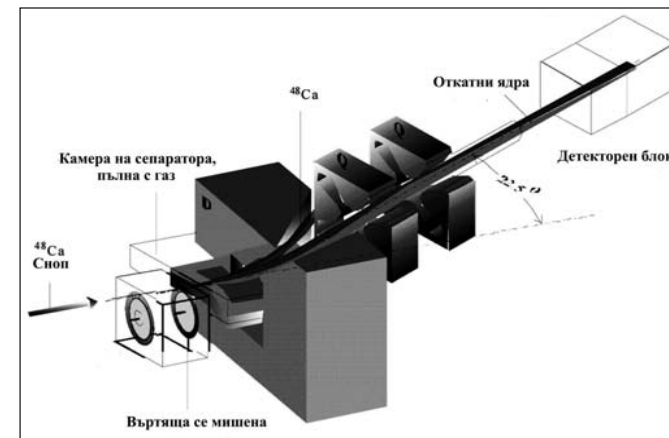
През 2004 г. ЛЯР съобщи за синтезирането наведнъж на два нови свръхтежки елемента – с атомни номера $Z=113$ и $Z=115$.

В експеримента е осъществена реакцията:

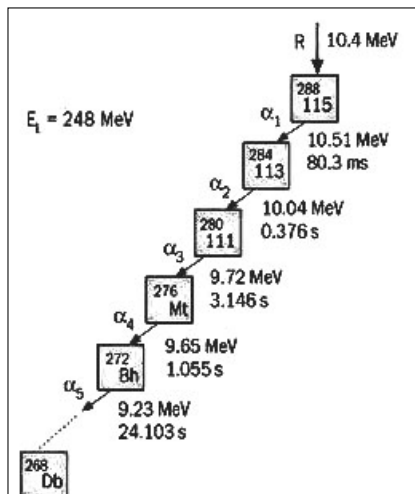


Ядрото на елемента $Z = 115$ съдържа нечетен брой протони и неутрони, а това значително намалява вероятността за спонтанно делене. Полученото ядро $^{291}_{115}$ има 30 MeV енергия на възбуждане и се освобождава от излишъка от енергия чрез излъчването на три неутрона и един γ -квант, преминавайки в ядро на изотопа $^{288}_{115}$. Този изотоп също има нечетен брой протони и неутрони. По-нататък той се разпада за 90 ms чрез излъчването на α -частица до по-лекия елемент с $Z = 113$. Елементът с $Z = 113$ е много по-дългоживущ, $T_{1/2} = 1.2 \text{ s}$. Той от своя страна се разпада също чрез излъчването на α -частица и т. н., докато след пет последователни α -разпада не се достигне до елемента Db ($Z = 105$).

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



Фиг. 15. Газонапълненият сепаратор на ЛЯР, ОИЯИ

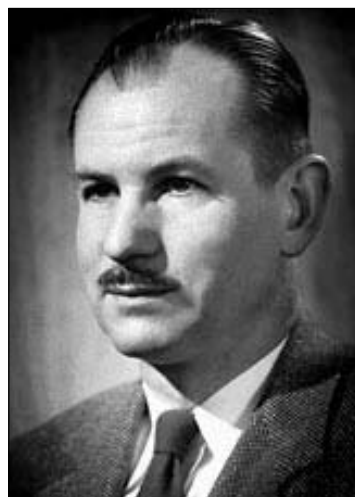


Фиг. 16. Експеримент по синтезирането на елемент с $Z = 115$ в ЛЯР на ОИЯИ, Дубна

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

В проведените в ЛЯР експерименти досега са регистрирани три подобни вериги от последователни α -разпади.

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



Фиг. 17. Едуин Макмилън

ДОПЪЛНЕНИЯ

Д1. Едуин Макмилън (1907-1991)

Едуин Макмилън (Edwin Mattison McMillan) е роден на 18.09.1907 г. в Редондо бийч (Redondo Beach), Калифорния, в семейството на лекар от шотландски произход.

Още като ученик младият Ед впечатлявал и своите връстници, и възрастните със създадените от него хитроумни механични и електрически играчки и с извършваните химически и биологични опити.

През 1929 г. Макмилън завършва Калифорнийския технологичен институт. Той се проявява като блестящ студент, спечелва престижната стипендия на Националния съвет за научни изследвания (National Research Council Fellowship) и става докторант в Принстън.

През 1932 г. лично Е. Лоурънс го кани в новосъздадената Радиационна лаборатория в Бъркли. Макмилън приема предложението да отиде в Бъркли, но вместо в Радиационната лаборатория, той започва свои собствени изследвания с молекулярни снопове във Физическия факултет на университета. Докторската му дисертация е

посветена на измерването на магнитния момент на протона по метода на молекулярните снопове.

Едновременно младият учен наблюдава с интерес как Лоурънс и неговите сътрудници създават в Бъркли първите циклотрони. През 1934 г. той се присъединява към колектива на Радиационната лаборатория.

По това време Макмилън вече е проявил качества на прецизен експериментатор, който в детайли познава теорията и в частност ядрената физика. Заедно с С. Ливингстън (S. Livingston) той синтезира новият изотоп O-15, а съвместно със С. Рубен (S. Ruben) изотопа Be-10.

В същото време Макмилън проявява интерес и към работата и усъвършенстването на създадения от Лоурънс циклотрон. Той подобрява конструкцията на йонния източник, занимава се с формирането на магнитното поле и с извеждането на ускорените частици от ускорителя. Макмилън играе важна роля и при създаването и пускането в действие на 60-инчовия циклотрон на лабораторията.

След откриването на деленето на урана (1938 г. О. Хан (O. Hahn), Ф. Щрасман (F. Strassmann) в Радиационната лаборатория започват изследвания по тази тематика. Макмилън провежда измервания на пробегите на фрагментите на деленето, използвайки тънки фолия. Внимателен експериментатор, Макмилън забелязва, че при използването на тънки слоеве от ураново съединение, след експеримента тези слоеве придобиват неочаквани свойства. След серия от прецизни експерименти, които той провежда заедно с Ф. Ейбълсън (Ph. Abelson), двамата откриват първия химичен елемент, по-тежък от урана и притежаващ атомен номер 93. Макмилън нарича новия елемент нептуний, по аналогия с подреждането на планетите от Слънчевата система. Той се увлича от новата тематика – синтезирането на трансуранови елементи – и подготвя и облъчва с ускорени в циклотрон деутронни образци, необходими за синтезирането на следващия, 94-ти елемент. Следвайки „планетната“ традиция, този 94-ти елемент е наречен плутоний. За съжаление Макмилън не успява да завърши работата по плутония, тъй като е натоварен от американското правителство да организира в Масачузетския технологичен институт (MIT) нова лаборатория, която трябва да се занимава с развитието и усъвършенстването на радара. Работата по химическата идентификация на плутония е извършена от Г. Сиборг, Дж. Кенеди и А. Уол.

За пионерските си изследвания по синтезирането на трансуранови елементи през 1951 г. Е. Макмилън е удостоен заедно с Г. Сиборг с нобеловата награда за химия.

Когато Р. Опенхаймер (R. Oppenheimer) е назначен за ръководител на американската програма за създаването на атомна бомба, първият човек, когото той кани в новосъздадената лаборатория в Лос Аламос, е Е. Макмилън. От 1942 до 1945 г. Макмилън е ангажиран със създаването и изпитването на американското ядрено оръжие.

След края на войната Макмилън се връща към мирновременните си изследвания. По това време един проблем става централен за експерименталната ядрена физика. Поради релативистското нарастване на масата се оказва, че енергията, до която могат да се ускорят частиците в един циклотрон, е ограничена. През 1945 г. най-мощният

циклотрон в света е бил 60-инчовият циклотрон в Бъркли, който ускорявал протони до енергия 16 MeV. Пред максималната енергия на един циклотрон обаче стояло непреодолимо препятствие, поставено от специалната теория на относителността.

Разсъждавайки върху възникналия проблем, Макмилън открива през 1945 г. т. нар. „принцип на автофазировка“. Оказва се, че по един прост и естествен начин може да се преодолее релятивистското ограничение на енергията, присъщо на циклотрона. Открива се пътят за построяването на ускорители, в които частиците се ускоряват до стотици и даже хиляди MeV. На Е. Макмилън принадлежи и идеята за два нови циклични ускорителя на заредени частици, наречени от него фазотрон и синхротрон.

Под непосредственото ръководство на Макмилън в Бъркли последователно са построени: 184-инчов фазотрон, 300-MeV електронен синхротрон и прочутия синхротрон „Bevatron“, който ускорявал протони до енергия 6.3 GeV и с помощта на който през 1955 г. е открит антипротонът.

По-късно се оказва, че принципът на фазова стабилност е открит независимо и около една година по-рано в Русия (тогава СССР) от Вл. Векслер. Поради нарушените по времето на войната връзки между учените, идеите на Векслер останали неизвестни извън границите на Русия. Сега е общопризнато, че двамата учени са достигнали напълно независимо един от друг до откриването на принципа на фазова стабилност. За това свое революционно откритие през 1963 г. В. Векслер и Е. Макмилън са наградени с Международната награда за мирно използване на атомната енергия.

След смъртта на Е. Лоурънс през 1958 г. Макмилън е назначен за директор на Радиационната лаборатория в Бъркли. Той остава на този пост до пенсионирането си през 1973 г.

Едновременно, от 1946 г., Макмилън е пълен професор в Калифорнийския университет в Бъркли (UC Berkeley). Като преподавател той е прочут с яснотата и простотата, с които успявал да преподаде и най-сложните въпроси на физическата теория и експеримент.

Е. Макмилън е женен за Елзе Блумер (Elsie Blumer). Те имат три деца.

Ето какво казва за него Нобеловият лауреат Л. Алварес (L. Alvarez): „Много хора споделят моето мнение, че Ед Макмилън всъщност е заслужил две или дори три Нобелови награди за физика, но получи само една“.

Д2. Глен Сиборг (1912-1999)

Глен Сиборг (Glenn Seaborg) е роден през 1912 г. в Ишпеминг, щата Мичиган. Това е малко миньорско градче. Сиборг е от шведски произход.

През 1934 г. Сиборг завършва химия в Калифорнийския университет в Лос Анжелис (UCLA). Три години по-късно в Калифорнийския университет в Бъркли (UC Berkeley) той защитава докторска дисертация, посветена на нееластичното разсейване на неутроните.

Книгата, която определя по-нататъшния ход на неговия живот, е „Приложна радиохимия“ на Ото Хан (Otto Hahn). След прочитането на тази книга Сиборг решава да се посвети на радиохимията.

Отначало Сиборг започва с изследвания по изкуствена радиоактивност. За целта

използва построените от Е. Лоурънс и неговите сътрудници в Бъркли циклотрони.

Сиборг продължава работата, започната от Ф. Соди (F. Soddy) по създаването на нови радиоактивни изотопи. През 1938 г. заедно с Дж. Ливингуд (J. Livingood) той синтезира изотопа I-131, който и до днес се използва при лечението на рак на щитовидната жлеза. Много години по-късно именно този изотоп ще помогне да се продължи живота на неговата майка. С право Г. Сиборг се счита за един от пионерите на изотопната диагностика и радиологията. Общо Сиборг е допринесъл за създаването на над 100 радиоактивни изотопа, много от тях с важни приложения.

През 1940 г. Сиборг се присъединява към започнатите от Е. Макмилън в Бъркли изследвания по синтезирането на нови, по-тежки от урана, химически елементи. След като Макмилън е принуден да прекъсне тези свои занимания и да се концентрира върху изследвания, пряко свързани с нуждите на американската армия, Сиборг възглавява изследователския екип. Започвайки с откриването, в края на 1940 г., на плутония и продължавайки до 1961 г., Сиборг ръководи или има важен принос в синтезирането на 10 нови химически елемента (от Z=94 до Z=103). Той разработва концепцията за серията на актинидите, с което периодичната таблица на химичните елементи придобива съвременния си вид.

За тези свои открития Г. Сиборг получава през 1951 г. заедно с Е. Макмилън Нобеловата награда по химия. По това време Сиборг е едва на 39 г., което го прави най-младият учен, удостоен с тази най-престижна награда.

През 1942 г. Г. Сиборг се присъединява към екипа от учени и инженери, работещи върху създаването на американската атомна бомба. Година преди това заедно с Е. Сегре той синтезира в Бъркли изотопа Pu-239 и показва, че този изотоп има много голямо сечение на делене при облъчване с топлинни неутрони. Това прави Pu-239 един от основните кандидати за делящ се материал за направа на бомбата.

В Чикаго Сиборг разработва химическата технология за промишленото производство и обогатяване на плутоний. Той ръководи екип от над сто учени. Разработената технология е реализирана в голям завод за производство на Pu-239 в Ханфорд, щата Вашингтон. За шест месеца е произведен плутоний в количество, достатъчно за построяването на атомна бомба. Тази бомба, наречена „Дебелака“ (Fat man), е използвана на 9.08.1945 г. срещу японския град Нагасаки.



Фиг. 18. Глен Сиборг

В началото на проекта „Манхатън“ Сиборг е считал, че създаването на американска атомна бомба е необходима и неизбежна стъпка и че на всяка цена трябва да не се позволи нацистите първи да се сдобият с това смъртоносно оръжие. След първия тестов взрив на атомна бомба обаче Сиборг осъзнава огромната разрушителна сила на създаденото и с негова помощ оръжие. Това го прави противник на използването на ядрено оръжие срещу граждански обекти. Заедно с други шест водещи американски учени той подписва т.нар. доклад на Франк (Frank report). В този доклад се предлага на президента Труман вместо да се разрушават реални японски градове, да се проведе демонстрационен ядрен взрив, на който да се поканят представители на японското правителство. Труман отклонява това предложение.

До края на живота си Сиборг остава убеден привърженик на ядреното разоръжаване.

След завършването на войната Сиборг се връща в Бъркли като професор по химия в университета и едновременно ръководител на радиохимическите изследвания в Лоурънсовата лаборатория.

За кратко време (1958-1961 гг.) той е ректор на университета в Бъркли. Сиборг използва големия си авторитет за да пледира пред американското правителство за необходимостта от драстично увеличаване на държавната подкрепа за академичната наука.

През 1961 г. президентът Дж. Кенеди назначава Г. Сиборг на важния пост председател на Комисията за атомна енергия (АЕС). На този пост Сиборг остава до 1971 г., работейки и с президентите Л. Джонсън и Р. Никсън. Като председател на АЕС той участва в подготовката, преговорите и подписването на няколко международни договора, касаещи ограничаването на опитите с ядрено оръжие и неговото разпространение. С тези първи договори се полагат основите на международния контрол и ограничаване на оръжията за масово поразяване и на практика се проправя пътя към края на ерата на Студената война. Като председател на АЕС Сиборг е посланик на мирното използване на атомната енергия. През този десетгодишен период той посещава с различни мисии 63 страни, включително няколко пъти Русия (тогава СССР).

През своя живот Сиборг е бил съветник на десет американски президенти, от Рузвелт до Буш (баща).

През 1974 г. един от близките сътрудници на Сиборг А. Гиорсо заедно с К. Хюлет (K. Hulet) синтезират в LBNL 106-тия елемент и го назовават „сиборгий“. След продължителна дискусия през 1997 г. това име е утвърдено от Международния съюз за чиста и приложна химия (IUPAC). С това Сиборг става първият човек, на когото приживе е наречен химически елемент.

През последните години от своя живот, като член на Националната комисия за качествено образование, Сиборг в различни аналитични доклади обръща внимание върху неотложната необходимост от подобряване на нивото на обучение в американските училища и университети.

Сиборг се жени за Хелен Григс (Helen Griggs), секретарка на Е. Лоурънс. Те имат

6 деца. Удивително е, че този човек, който като че ли работил по двадесет часа на ден без почивни дни и отпуски, е намирал време и за своето семейство. Той е бил и запален спортист. Любимите му спортове били бейзбол, волейбол, баскетбол и туризъм.

ДЗ. Г. Н. Фльоров (1913-1990)

Георгий Николаевич Фльоров е роден на 2.03.1913 г. в Ростов на Дон.

След завършване на средно образование той сменя различни професии, докато през 1933 г. не е изпратен като „млад работник“ да получи висше образование в Политехническият институт в Петербург (тогава Ленинград). През 1937 г., още като студент, Фльоров започва да сътрудничи на също младия И. В. Курчатов. По това време Курчатов вече се е увлякъл от физиката на атомното ядро и провежда експериментални изследвания в тази нова и актуална област на физиката. Дипломната работа на Фльоров е посветена на взаимодействието на неутрони с ядрата.

След получаването на висше образование Фльоров е разпределен в лабораторията на Курчатов към Политехническият институт. За кратко време той израства като блестящ физик-експериментатор.

По това време научните интереси на Фльоров се насочват към много актуалната за момента тема за това дали може да се осъществи верижна ядрена реакция. Той започва изследвания по деленето на изотопите на урана. Фльоров определя броя на вторичните неутрони, които се изпускат при деленето на ядрото на U-235. Заедно с К. А. Петржак, Фльоров открива през 1940 г. явлението „спонтанно делене на урана“.

През 1941 г. Русия (тогава СССР) се включва във Втората световна война. Като специалист Фльоров съзнава важността от реализирането в СССР на верижна ядрена реакция и опасността подобна реакция да бъде осъществена от нацистка Германия. През декември 1941 г. той изнася доклад на тази тема пред ръководството на Академията на науките. От края на 1942 г. Фльоров е включен в екипа на И. В. Курчатов, работещ върху създаването на руска атомна бомба.

След завършването на войната Фльоров работи в продължение на няколко години в Московският нефтен институт, където разработва методи за търсенето на нефтени находища с помощта на неутрони.

През 1953 г. той се връща в Института за атомна енергия в Москва (ИАЭ) и се насочва към експерименти по синтезирането на нови трансуранови елементи. Първоначално експериментира с



Фиг. 19. Г. Н. Фльоров

ускорени в циклотрон азотни йони. Фльоров осъзнава важността от генерирането на интензивни снопове от ускорени тежки йони. През 1955 г. в ИАЭ за първи път в света йони на С, N, и О са ускорени до енергии, по-високи от Кулоновата бариера. С тяхна помощ Фльоров изучава експериментално реакцията на образуване на компаунд ядро. През 1956 г. той започва работа по синтезирането на елемент с $Z = 102$.

И. В. Курчатов разбира перспективността на изследванията с ускорени тежки йони и иницира през 1957 г. създаването към новообразувания международен научен център в Дубна – Обединения институт за ядрени изследвания на лаборатория, специализирана в тази област на ядрената физика. Новата лаборатория е наречена Лаборатория за ядрени реакции (ЛЯР). За неин директор е назначен Г. Н. Фльоров.

През 1960 г. в ЛЯР е пуснат в действие тежкоионен циклотрон с диаметър на полюсите 310 cm. Започват изследвания по синтезирането на нови химически елементи. За периода 1964-1975 г. в ЛЯР последователно са синтезирани ядра с $Z = 102-107$ и са изследвани техните физични и химични свойства. Фльоров иницира също изследването на неутронно богатите изотопи на леките елементи.

Като директор на ЛЯР Фльоров отделя основно внимание на развитието на ускорителния комплекс на лабораторията. Създадени са изохронните циклотрони У-200, У-300 и У-400, които притежават рекордни интензивности на ускорените снопове от тежки йони.

Литература

1. E. M. McMillan. Phys. Rev. v. 58, 1940, p. 178
2. G. T. Seaborg, E. M. McMillan, J. T. Kennedy, A. C. Wahl. Radioactive element 94 from deuterons on uranium. Phys. Rev., v. 69, 1946, p. 366
3. G. T. Seaborg, A. C. Wahl. The chemical properties of elements 94 and 93. Journal of Amer. Chem. Soc., v.70, 1948, p. 1128
4. G. T. Seaborgs. The transuranium elements: present status. Nobel lecture, December, 1951, http://nobelprize.org/nobelprizes/chemistry/laureates/1951/seaborg_lecture.html
5. Yu. Ts. Oganessian et al. Nucl. Phys., v. A239, 1975, p. 137
6. S. Hofmann, G. Munzenberg. Rev. Mod. Phys., v. 72, 2000, p. 733
7. K. Morita et al. Eur. Phys. Journal, v. A21, 2004, p. 257
8. S. Hofmann et al. Europ. Phys. Journal, v. A14, 2002, p. 147
9. К. Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика. М. Атомиздат, 1974
10. R. Smolanczuk. Production Mechanism of Superheavy Nuclei in Cold Fusion Reaction. Physical Review, v.C59, 1999, p. 2634
11. V. Ninov, K. E. Gregorich et al. Observation of Superheavy Nuclei Produced in the Reaction of ^{86}Kr with ^{208}Pb . Physical Review Letters, v. 83, No 6, 9 August 1999.
12. Yu. Ts. Oganessian et al. Phys. Rev., v. C69, 2004, p. 021601

ДИНАМИКА НА ФАЗОВИТЕ ПРЕХОДИ В ЛАБОРАТОРИЯТА И ВЪВ ВСЕЛЕНАТА

Том Кибъл

Топологичните дефекти, каквито са вихрите и потоковите тръби, които възникват по време на фазови преходи в системи на кондензирана материя, могат да служат като модели на един значително по-труднодостъпен дефект – космическите струни, възникнали в ранната Вселена.

Това е разказ за едно забележително взаимно обогатяване на научни области. Идеите, възникнали при разсъжденията относно фазовите преходи в ранната Вселена, доведоха до някои твърде вълнуващи и новаторски лабораторни експерименти върху обширно многообразие от системи с малки мащаби. И макар съществените загадки да остават вече започва, както изглежда, да възниква съгласувана картина на динамиката на фазовите преходи. Дошлите от космологията идеи възбудиха интереса към бързите фазови преходи – за разлика от досегашните изследвания, при които се подчертаваше идеалното квазиравновесно поведение.

Историята започва с търсенето на велико обединение. Едно от големите завоевания на физиката на елементарните частици беше осъществено преди 40 години обединение на слабите и електромагнитните взаимодействия, за което Шелдън Глаشوу, Абдус Салам и Стивън Уайнбърг получиха Нобеловата награда за 1979. Тяхната електрослаба теория включва т.нар. спонтанно нарушена калибровъчна симетрия. При високи енергии съществува една фундаментална симетрия, която свързва фотона, носителя на електромагнитното взаимодействие, с W и Z бозоните, които обуславят слабото взаимодействие. Но при ниски енергии тази симетрия е скрита, тъй като спонтанното нарушение на симетрията придава голяма маса на W и Z частиците, докато фотонът остава безмасов. Ниска енергия тук означава енергия под 100 GeV, която е енергията в покой на W или Z бозоните – около 100 пъти по-висока от енергията в покой на протона.

Естествена следваща стъпка беше да се опита електрослабата теория така да бъде разширена, че да включва и силните взаимодействия. През 1970-те години изследователите допуснаха, че между носителите на трите взаимодействия съществува още по-голяма фундаментална симетрия, но че при умерени енергии тя също остава прикрита от спонтанното нарушаване на симетрията. В тази посока сочат някои надеждни свидетелства: интензитетите на взаимодействията се изменят бавно, т.е. логаритмично, с енергията и, когато бъдат екстраполирани до много високи енергии, всичките три взаимодействия видимо клонят към една обща стойност при гигантския енергиен мащаб от около 10^{16} GeV. Тази тенденция убедително говори, че там става нещо много интересно. Бихме могли да очакваме, че при своето разширение и охлаждане след Големия взрив Вселената е преминавала през последователност от

твърде ранни фазови преходи, чиито критични температури съответстват на същия енергетичен мащаб.

В най-последно време физиците се опитват да въведат и гравитацията в обединената схема – или посредством суперструнната теория, или посредством нейната по-модерна версия – М-теорията. Свръхструните имат интригуващи връзки с обсъжданите тук идеи; но това е друга история.

В търсене на дефекти

Фазовите преходи с нарушаване на симетрията са вездесъщи във физиката. Например, когато водата замръзва, ротационната симетрия се нарушава от избора на ориентация в ледените кристали. Заедно с това често се нарушава атомното подреждане – например в областите, където се срещат различни кристали. Също така и в ранната Вселена нарушението на симетрията може да е довело до образуването на топологични дефекти, каквито например са точковите монополи, линейните космически струни или плоските доменни стени. (Вж. карето на с. 419). Тези дефекти са важни, защото това са устойчиви по своята същност обекти, които биха могли да са оцелели от времето, когато са се образували, и затова да представляват ключови сведения относно това как е изглеждала тогава Вселената.

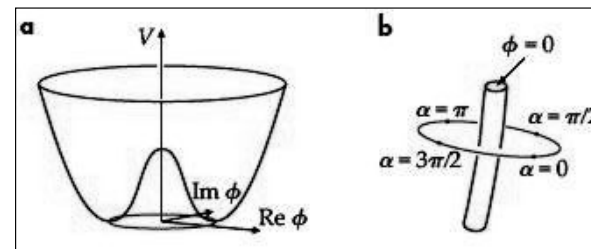
Монополите дълго време представляваха сериозен проблем за теоретичите. Те изникват в почти всички теории на великото обединение и би трябвало да са оцелели в значително по-големи количества, отколкото се допуска от наблюдателните оценки. Но през 1981 Алън Гът от Масачузетския технологичен институт (МТИ), а също и други теоретици, решиха този проблем, като постулираха идеята за инфлацията – бързо и ускоряващо се разширение на Вселената, довело до силно разреждане на броя на монополите, които биха могли да бъдат наблюдавани. Инфлацията разрешава също така и някои други проблеми и затова сега е общоприета част от стандартния космологичен модел. От друга страна наблюдателните данни позволяват да бъдат изключени доменните стени.

Космическите струни притежават някои привлекателни свойства. Те не могат да се късат, макар че при допир на две струни те могат да се свържат и понякога да образуват затворени примки, които постепенно да се свиват и накрая да изчезват. Ако са се образували след някакъв период на инфлация, както това се допуска от много модели, струните биха могли да са оцелели в значителни количества, които могат да доведат до много интересни ефекти. През 1980-те години специалистите бяха особено заинтригувани от предположението, че космическите струни биха могли да обяснят малките първични пертурбации на плътността, от които евентуално са възникнали галактиките и галактичните купове. За съжаление тази хубава идея не проработи. Наблюденията с COBE (Cosmic Background Explorer – спътник изследовател на космическия фон; бел.прев.) и напоследък с WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – Уилкинсънова микровълнова сонда за анизотропия; бел.прев.) на слабата анизотропия в космическия микровълнов фон говорят за предпочитан мащаб на разстоянията, който космическите струни не могат да обяснят. Сега обикновено се приема, че произходът

на пертурбациите на плътността може да се проследи до квантовите флуктуации по време на инфлацията; космическите струни или други дефекти могат да допринасят за не повече от 10% от цялостните пертурбации на плътността. При все това те биха могли да съществуват и да водят до други интересни ефекти; те биха могли да излъчват наблюдаеми и много характерни гравитационно-вълнови сигнали.

Спонтанно нарушаване на симетрията

Един прост пример за спонтанно нарушаване на симетрията може да се намери в теория, която се описва от комплексното скалярно поле ϕ с потенциална енергия от вида $V = \lambda(|\phi|^2 - \eta^2)^2$, където λ и η са константи. Този потенциал от типа “сомbrero” (Фиг.а)



Спонтанно нарушаване на симетрията

е симетричен спрямо фазовите ротации, $\phi \rightarrow \phi e^{i\alpha}$, представляващи завъртания около вертикалната ос на фигурата. Но точката на симетрия $\phi = 0$ е максимум. Минимумите възникват по окръжността $|\phi| = \eta$. Всяка точка на окръжността представлява различно основно състояние, но поради симетрията те всички са с еднаква енергия.

В този модел има фазов преход при критична температура T_c , която зависи от параметрите на потенциала. При висока температура, при която топлинните флуктуации са достатъчно големи, за да изведат ϕ над централната гърбица на потенциала, средната стойност на ϕ в равновесие ще бъде нула. Но, когато температурата падне под T_c , така че флуктуациите над гърбицата са редки, полето се установява в долината на потенциала и трябва да избере фаза α , т.е. посока, при която да наруши симетрията. В голяма по размери система изборът трябва да бъде направен независимо за силно раздалечените области. Може да се случи така, че фазата да се изменя с 2π с някаква ненулева стойност на n по някаква затворена крива в пространството. В този случай съображенията за непрекъснатост водят до заключението, че кривата трябва да се пронизва най-малко от една тръба (Фиг.б), по чиято сърцевина ϕ се анулира. Тази тръба представлява вихър или космическа струна. Дебелината на струната, т.е. разстоянието, на което $|\phi|$ се изменя от 0 в сърцевината до стойността η , при която потенциалната енергия е минимална, се определя от енергетичния баланс между загубата на енергия за изкачването на централната гърбица на потенциала и пространственото изменение на полето ϕ .

За частие аналози на космическите струни има в много системи на кондензирана материя, включително вихрите в свръхфлуидите, магнитните вихри в свръхпроводниците и някои дефекти в течни кристали. Най-простият тип теория, в която се появяват

аналози на струните, е теорията с комплексно поле на “параметъра на подреждане” ϕ (вж. карето). Над определена критична температура T_c средната стойност на ϕ е нула. Но под тази температура ϕ получава ненулева стойност, която неизбежно нарушава симетрията при пълна промяна на неговата фаза. Добър пример е свръхфлуидният хелий-4, в който Бозе кондензацията настъпва при близо 2 К. При тази температура една значителна част от хелиевите атоми заема едно и също квантово състояние. В такъв случай ϕ е пропорционална на вълновата функция на това състояние, а $|\phi|^2$ представя плътността на свръхфлуидната фракция.

Струната или кой да е от аналогичните ѝ дефекти представлява тънка тръба, около която фазата на ϕ се изменя с 2π . В хелия свръхфлуидната скорост е пропорционална на градиента на фазата, така че около вихъра има квантована циркулация. В свръхпроводниците това, което се квантува, е магнитният поток по протежението на тръбата.

Ако в ранната Вселена е съществувало подобно поле на параметъра на подреждане, както се постулира в много от моделите, тогава бихме могли да очакваме, че докато Вселената се охлажда поради прехода, ϕ ще стане ненулева. Тогава фазата ще трябва да избира посока за нарушаване на симетрията; това ще е случаен избор. Но в една голяма система, каквато е Вселената, поради съображение за причинност, в силно разделените области този избор трябва да е направен независимо. Понякога случайните избори биха довели до изменение на фазата около затворена крива с 2π или негово кратно. В кой да е от случаите все пак трябва да имаме струна или струни, които пресичат площта, заградена от кривата, и по протежение на които ϕ се занулява. Така че, както показах още през 1976, след фазовия преход можем да очакваме, че ще установим случайна смесица от космически струни.¹

Един проблем, който възникна при опита да се правят предсказания относно космическите струни, беше този за оценката на техния брой. Един случаен избор на фазите би довел до случайна смесица от струни, които се характеризират от някакъв типичен мащаб за дължина ξ – грубо казано, типичното разстояние между струните, – което може да расте с еволюцията на системата във времето. Но как да се определи този начален мащаб? И по-конкретно как е свързан той със скоростта, с която системата претърпява прехода? Тук, изглежда, отново решаваща е причинността. Информацията относно избора на фазата със сигурност не може да се разпространява по-бързо от скоростта на светлината. При температура точно под тази на прехода, новосъздадените струни са много дебели и по същество се припокриват. С понижаването на температурата те изтъняват. Така че същественото време е онова, за което разстоянието на разпространение на фазовата информация достига типичната дебелина на струна при тази температура. В такъв случай струните имат индивидуална определеност и могат да бъдат преброени.

От космоса до лабораторията

През 1985 Войчех Зьрек от Лос Аламос допусна, че методите за пресмятане на ξ биха могли да се проверяват посредством прилагането им към проблема за образу-

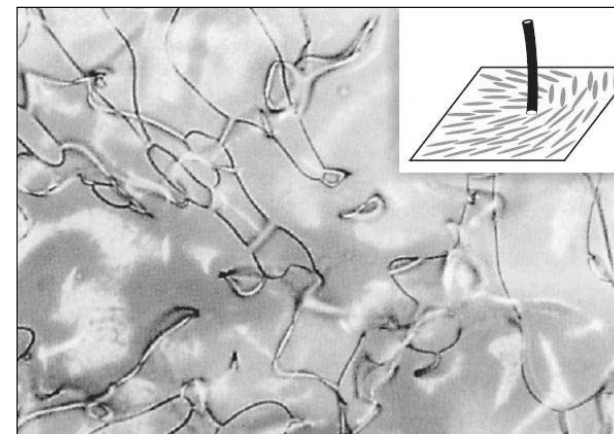
ването на дефекти при нискотемпературен фазов преход – конкретно към прехода от нормална към свръхфлуидна фаза в течния хелий.² Тук съществената скорост не е тази на светлината, а някаква характерна скорост на системата; в случая на хелия това е скоростта на “втория звук” – топлинна вълна, при която нормалната и свръхфлуидната компоненти осцилират с фазова разлика 180° . Зьрек показа, че при непрекъснат (т.е. от втори род) фазов преход може да се получи съотношение от вида на степенен закон между ξ и “времето на насищане” τ_q . С други думи $\xi \propto \tau_q^\sigma$, където τ_q се дефинира така, че скоростта на температурното изменение в критичната точка е $dT/dt = -T/\tau_q$, а показателят σ може да се представи посредством известните критични индекси на фазовия преход. По същество τ_q е времето, за което системата претърпява фазов преход.

В най-простия случай, когато влиянието на взаимодействията върху кой да е отделен атом може да се опише посредством средно поле, представлящо въздействията на всички останали атоми, индексът σ е $1/4$. По-точно казано, в ^4He той е около $1/3$. Симулациите на дефектообразуване в прости модели потвърди идеята, но подсказва, че броят на струните би се намалил спрямо наивната оценка с числен множител от порядък на 0.1 или даже 0.01.

Този метод за оценяване на ξ (или, което е еквивалентно, дължината на струната в единица обем, която е пропорционална на $1/\xi^2$ или на $\tau_q^{-2\sigma}$) вече е проверен в различни системи.

Първите експерименти, които трябваше да покажат, че един бърз преход ще

доведе до образуването на безредна смесица от линейни дефекти, в действителност беше осъществен върху нематични течни кристали, образувани от пръчковидни молекули, които предпочитат да се подреждат паралелно една на друга. Техните дефекти са известни като дисклинации, около които предпочитаната ориентация на молекулите се завърта на 180° . Едно от достоинства на експериментите с нематични кристали е, че дефектите могат да се виждат непосредствено³, както е показано на Фиг. 1. Обаче преходът, при който



Фигура 1. Смесването на дефектите е получено в нематичен течен кристал (фактически това е течност с пръчковидни молекули) чрез бързо понижаване на температурата под критичната точка. Черните линии са дисклинации – дефектите, около които се завъртат пръчките (вж. вставката). Показани са също различни видове повърхностни дефекти. Ширината на рамката е 790 μm (вж. ³).

се образуват дефектите, в действителност е фазов преход от първи род. За такъв вид преход теорията е по-различна и затова при изследванията не бяха правени опити да се проверява зависимостта на плътността на дефектите от τ_q^σ .

Струни и хелий

Иронично е, че един тип система, за която проверката не беше успешна, е свръхфлуидният преход в ^4He . Физиките от университета на Ланкастър, Обединеното кралство, изследваха образец от течен хелий малко над критичната температура, поставен в камера, която може бързо да се разшири. Разширяването понижава налягането в достатъчна степен, за да премине образецът в свръхфлуидно състояние. За да определят плътността на вихрите, те измерваха затихването на втория звук, който силно се поглъща от вихрите. Първите резултати, получени през 1994, на пръв поглед говореха за образуването на вихри, но това не е сигурно, тъй като вихрите биха могли да се образуват от други механизми, в частност от турбулентността, дължаща се на впръскването на течност при процеса на разширяване. Експерименталната установка беше подобрена, с цел да се избегнат тези проблеми, но резултатите, съобщени през 1998, не показваха никакви признаци за образуване на вихри. Сега е общоприето мнението, че вихрите просто изчезват прекалено бързо, за да могат да се наблюдават.

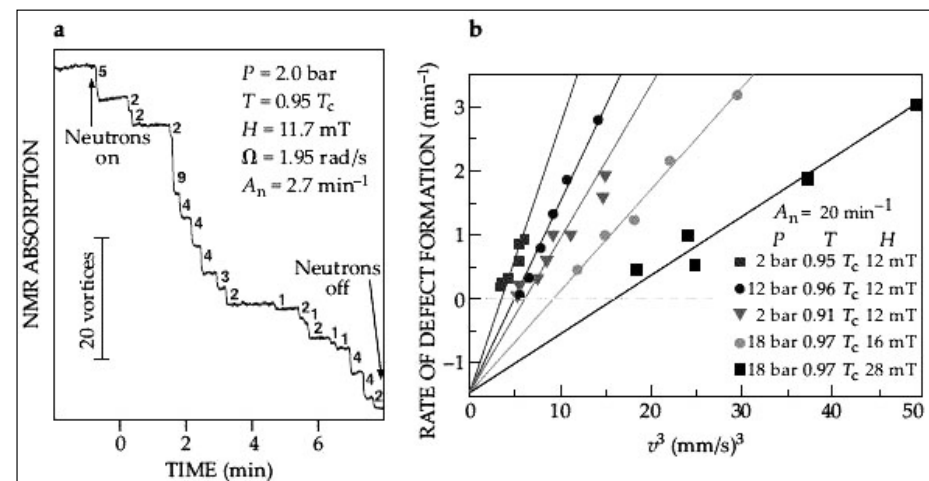
Съвсем различна е обаче историята на експериментите с по-лекия изотоп ^3He . Това е едно необикновено вещество, което става свръхфлуидно при много по-ниска температура – около 2 mK. В него се наблюдават три различни свръхфлуидни фази ($^3\text{He-A}$, $^3\text{He-B}$ и една трета, възникваща в присъствието на магнитно поле) с различни симетрични свойства и богата гама от дефекти. Между вихрите, наблюдавани във фазата В, има такива, които приличат на тези в ^4He , но са значително по-дебели. Макар да изисква работа при ултра ниски температури, ^3He притежава няколко предимства. Едно от тях е, че атомът ^3He лесно поглъща бавни неутрони посредством реакцията $n + ^3\text{He} \rightarrow p + ^3\text{H}$, при която се отделя енергия 764 keV (n-неутрон, p-протон). И двата експеримента, за които се съобщава в един и същ брой на Nature от 1996, използват тази реакция.^{4,5} Поглъщането на неутрон в образец на свръхфлуиден ^3He нагрява малка област от течността до температура над критичната. След това течността се охлажда обратно при прехода, при който се създава безредна смесица от вихри.

В останалите отношения експериментите бяха твърде различни. Единият, осъществен в Центъра за изследвания при ултраниски температури в Гренобъл, Франция, беше по същество калориметричен експеримент.⁴ Образецът е при ултраниска температура, около $0.1 T_c$, а пълната топлинна енергия, освободена след поглъщането на неутрони, се измерва с оригинална техника на осцилираща жица. Установено беше, че енергията е в интервала 600–650 keV, като още 50 keV се губят в UV излъчване. Но все пак остава един енергиен дефицит, така че вихрите вероятно са единствената възможна форма, в която да съществува тази енергия. Съдържащата се в течността енергия добре се съгласува с предсказанието на Зърк.

Другият експеримент, направен в Технологическия университет на Хелзинки, е

основан върху въртящ се криостат.⁵ Тъй като свръхфлуидната скорост е пропорционална на градиента на фазата на ϕ , свръхфлуидният поток не е ротационен. Единственият начин в свръхфлуида да има ротация е да се образуват вихри, вътре в които плътността на свръхфлуида намалява до нула. Ако въртим криостата бързо, по стената се образуват вихри, които се подреждат в сноп, паралелен на оста на въртене. Обаче, ако се върти по-бавно, под определена критична ъглова скорост, тогава не се образуват никакви вихри и системата демонстрира забележително поведение: нормалната течност се върти заедно с контейнера, докато свръхфлуидната компонента остава напълно неподвижна.

Когато вихрите се образуват в резултат на поглъщането на неутрони, разликата в скоростите на двете компоненти подлага вихрите на напречна “сила на Магнус”. Без въртенето вихрите биха изчезнали бързо, но Магнусовата сила може да ги накара да се разширят и да се придвижат към някой централен сноп, където те в действителност могат да бъдат преброени. Тъй като ядрото на ^3He има ненулев спин, вихрите създават ясно различим ядрен магнитен резонанс, който позволява ясно да се види даже как отделни вихри се присъединяват към снопа (вж. Фиг. 2).



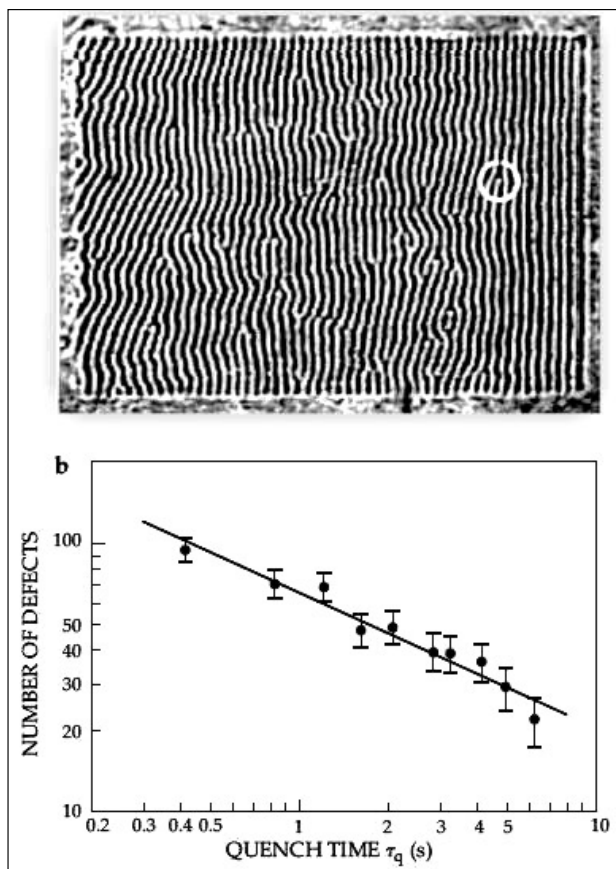
Фигура 2. Заряждане на вихри при поглъщане на неутрони в свръхфлуиден хелий-3. (а)

Всяко стъпало надолу в тази картина на ядрен магнитен резонанс бележи събитие на неутронно поглъщане, което нагрява една малка област до температура над критичната T_c . Височината на всяко стъпало е мярка за броя на вихрите, които са се образували при обратното охлаждане на течността под T_c . В експеримента цилиндърът се поставя при налягане P , температура T и магнитно поле H , като се върти с ъглова скорост Ω ; A_n е скоростта на неутронно поглъщане; (б) Скоростта на образуване на вихри е представена като функция от куба на скоростта на въртене на цилиндъра v за различни стойности на температурата, налягането и магнитното поле. Теорията предсказва линейна зависимост от v^3 с обща точка на пресичане приблизително при -1.4 min^{-1} .

И двата експеримента ясно показаха, че се образуват вихри. Но от тях можеше само косвено да се съди относно зависимостта на плътността на вихрите от скоростта на гасене, тъй като тази скорост може да се мени твърде малко чрез изменения на външните параметри, каквито са температурата и налягането.

Усукана светлина и течност

Има други системи, в които може да се постигне по-непосредствен контрол върху скоростта на гасене. Пример за това е нелинейна оптична система, изработена от течнокристална светлинна клапа, вложена в затворен контур за обратна връзка и облъчвана с лазерен сноп. Светлинната клапа действа като оптична среда на Кер. Това означава, че отразеният от лицевата страна на клапата сноп претърпява фазово изоставане, пропорционално на неговия интензитет върху задната страна. Когато интензитетът превиши някакво критично ниво, възниква самоподдържаща се дифракционна картина във вид на ивици. Случайните дефекти се проявяват във формата на точки в двумерна картина, където вълновите пикове се сливат или разделят, както е показано на Фиг. 3. В такава система лесно се контролира скоростта, с



Фигура 3. Картина на светлинния интензитет (а) в нелинейна оптична система разкрива дефекти като заграждения с кръгче; (б) Графиката показва броя на дефектите като функция от времето на насищане τ_q , което, грубо казано, е времето, за което системата претърпява фазов преход. Преброяването се извършва за поредица от фазови преходи в момента, когато интензитетът достигне окончателната си стойност. Правата линия е най-доброто съответствие с предсказаното поведение по степенен закон за броя на създаваните дефекти $N = N_0 \tau_q^{-a}$ с $a = 0.5 \pm 0.04$.⁶

която лазерният интензитет нараства. През 1999 един хубав експеримент в Националния институт по приложна оптика във Флоренция показва⁶, че броят на образувалите се дефекти с добра точност е пропорционален на $\tau_q^{-1/2}$, т.е. в съответствие с предсказанието на Зърек.

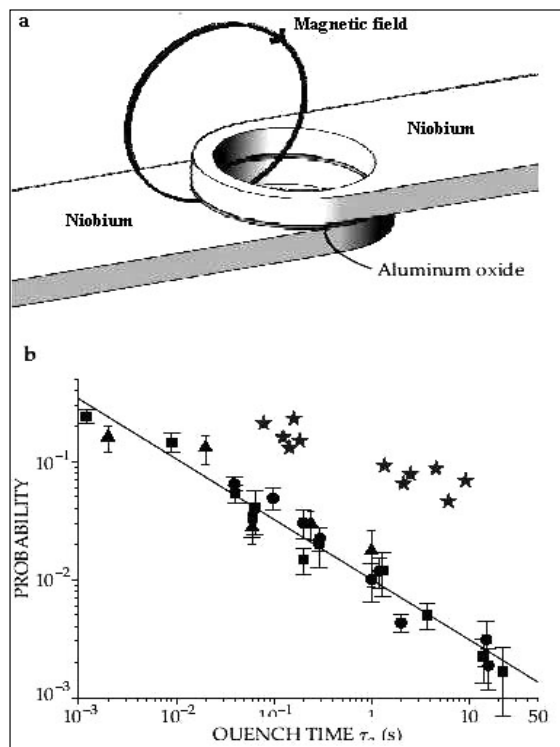
Друг един интригуващо различен пример е този на течност, претърпяваща преход от проводимост към конвекция. Когато скоростта на нагряване се увеличи над определена стойност, проводимостта се заменя от конвективни клетки, в които издигащите се струи образуват хексагонални фигури. В случай на бързо нагряване в картината се намесват много “пента-хепта” дефекти; това са точките, в които най-близките съседни клетки са пет или седем вместо обичайните шест. Тук също е лесно τ_q да се контролира посредством изменение на скоростта на нагряване. Експеримент в Университета на Навара, Испания, показва, че плътността на дефектите зависи по степенен закон от скоростта на нагряване⁷, като степенният показател е -0.27 ± 0.05 . Това отличие от предсказваната стойност $-1/2$ по теорията за средното поле показва, че последната вероятно не е добро приближение.

Дефекти в свръхпроводници

Вече са направени няколко експеримента със свръхпроводници, макар че теоретично при тях ситуацията е по-сложна и по-двусмислена в сравнение със свръхфлуидите. Първите експерименти бяха направени върху тънки филми от високотемпературни свръхпроводници в Израелския технологичен институт. Филмът се нагрява над критичната температура посредством осветяване, след което отново се охлажда до фазовия преход. Получаваните дефекти се наричат флуксони и антифлуксони – тръбички от квантуван магнитен поток, пресичащи филма в една или друга посока. Няма лесен начин за пряко измерване на пълния брой на дефектите $N = N_+ + N_-$, където N_+ и N_- са съответно броят на флуксоните и на антифлуксоните. Вместо тях обаче се измерва пълният магнитен поток, т.е. нетното число на дефектите $\Delta N = N_+ - N_-$. При скорост на охлаждане около 20 K/s първите експерименти от 1999 не показваха никакво образуване на дефекти. Но по-късно, при значително по-висока скорост на охлаждане от порядъка на 10^8 K/s, бяха регистрирани флуксони⁸.

Интерпретацията на тези експерименти се усложнява от факта, че имаме работа с калибровъчна симетрия, а тя включва не само скаларното поле ϕ на параметъра на порядъка, но и електромагнитното поле. През 2001 в Кеймбриджския университет показаха, че в калибровъчна теория действат два различни механизма на образуване на дефекти – единият е основан върху флуктуациите на ϕ , а другият включва флуктуациите на магнитното поле⁹. Магнитните флуктуации могат да създадат снопове, съдържащи само флуксони или само антифлуксони.

Интересни експерименти бяха направени също с контакти на Джозефсън. Подобен експеримент включваше свръхпроводящ затворен контур с последователно свързани 214 Джозефсънови контакти. Когато системата се охлади, всяка секция между контактите има своя собствена фаза, така че фазата блуждае по контура. Беше регистрирано



Фигура 4. Пръстеновиден контакт на Джозефсън. (а) съставен от два свръхпроводника, разделени от тънък изолационен слой. За такива контакти топологичният дефект е флуксон – свръхпроводящ вихър, носещ квант на магнитния поток в равнината на изолатора. В експеримента се измерва вероятността за залавяне на дефект в процеп. (б) Вероятността е представена като функция от времето на насищане, като всяка точка съответства на множество термични цикли през даден свръхпроводящ преход. Кръгчетата, квадратчетата и триъгълничетата представят различни образци и се съгласуват със степения закон $\tau_q^{-1/2}$. За сравнение звездичките представят данни от предишен експеримент, който дава степенен показател -0.25 ; обаче статистиката на този експеримент не е надеждна, а и лошото екраниране на земното магнитно поле може да е причина за общото отклонение нагоре.¹¹

залавяне на поток; плътността на дефектите се управляваше посредством разстоянието между контактите⁸.

Друга серия от експерименти с контакти на Джозефсън търсеше явната зависимост на броя на дефектите от скоростта на гасене. С помощта на пръстеновидни контакти на Джозефсън беше регистрирано възникването на поток от изолационния слой между свръхпроводниците след осъществяването на фазов преход.

БАК и отвъд

Друг тип система, в която съществуват вихри, е атомен газ, в който възниква Бозе-Айнщайнова кондензация (БАК). Тъй като тези охладени газове са много чисти и теоретично прости системи, те биха могли да осигуряват идеални възможности за изследване. Има обаче проблем поради трудността да бъдат охладжани достатъчно бързо и хомогенно в целия обем. Интересен начин за заобикаляне на тази трудност предложиха изследователски групи от Харвардския и Бостънския университети. Макар че е трудно T да се изменя достатъчно бързо, може да се окаже относително лесно да се мени T_c , а следователно и отношението T/T_c , в свързани двумерни системи, просто като се мени силата на връзката¹⁰. Това може да се по-

стигне с помощта например на инфрачервена светлина. Може също така да се използва външно магнитно поле¹¹ или да се изменя връзката между първоначално независими кондензати¹².

Моделът на образуването на дефекти, първоначално замислен за космологията, намери удивително плодотворни приложения в кондензираната материя и стана съществено допълнение към общата теория на силно неравновесни системи. Още е твърде рано да кажем, че разбираме напълно по какъв начин скоростта, с която дадена система претърпява фазов преход, оказва влияние върху броя на възникващите дефекти. Засега можем да твърдим за широк кръг от различни системи, че съществуват убедителни данни за образуването на смес от дефекти при наличието на бърз фазов преход. Там, където беше възможно да се провери зависимостта на плътността на дефектите от скоростта на гасене на прехода, резултатите в повечето случаи се оказаха в съгласие с очакваното поведение по степенен закон. За системите с калибровъчни симетрии, каквито са свръхпроводниците и повечето модели на ранната Вселена, ще са необходими още теоретични изследвания, за да се изясни ролята на различните механизми на образуване.

Цитирания

1. T. Kibble. *J. Phys. A* **9**, 1387 (1976).
2. W. Zurek. *Nature* **317**, 505 (1985).
3. I. Chuang et al. *Science* **251**, 1336 (1991).
4. C. Bauerle et al., *Nature* **382**, 332 (1996).
5. V. Ruutu et al., *Nature* **382**, 334 (1996).
6. S. Ducci et al., *Phys. Rev. Lett.* **83**, 05210 (1999).
7. S. Cassado et al., *Phys. Rev. E* **63**, 057301 (2001).
8. A. Maniv et al., *Phys. Rev. Lett.*, **91**, 197001 (2003).
9. M. Hindmarsh et al., *Phys. Rev. D* **64**, 065016 (2001).
10. J. Kirtley et al., *Phys. Rev. Lett.*, **90**, 257001 (2003).
11. R. Monaco et al., *Phys. Rev. B* **74**, 144513 (2006).
12. L. Mathy et al., <http://arxiv.org/abs/cond-mat/0612174>.
13. L. Sadler et al., *Nature* **443**, 312 (2006).
14. D. Scherer et al., *Phys. Rev. Lett.* **98**, 110482 (2007).

(Tom Kibble. Phase-transition dynamics in the lab and the universe. *Physics Today*, Sept. 2007, p. 47)

Превод (с малки съкращения): М. Бушев

РЕТРОСПЕКТИВЕН ПОГЛЕД КЪМ НАУЧНО-ПУБЛИКАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ У НАС ПРЕЗ ГОДИНИТЕ 1960-1980

Н. Велчев

Повод за написването на тази бележка стана възникнала дискусия в Комисията по Физика и астрономия при ВАК, след като един от по-младите колеги направи констатацията, че обсъжданият в момента кандидат *”за 10 години не е публикувал нито една статия с импакт фактор”*. Годишните се отнасяха до част от календарния период от време, упоменат в горното заглавие.

Дадената от колегата съвсем чистосърдечно отрицателна оценка има своето обяснение. То е свързано със закъснялото развитие на научно-публикационната дейност в областта на физиката у нас преди няколко десетилетия – една неизследвана досега тема, която може да се определи и като “любопитна”, и заслужаваща читателско внимание, подобно на феномена “Съветска физика”, обсъждан многократно по страниците на “Светът на физиката”.

Становището си по темата за публикациите по физика от български автори ще изложа по-долу, противопоставяйки един на друг два интервала от време, наречени условно “*Сега*” и “*Тогава*”.

1. “Сега”

Днес, когато работата по договорни проекти на Европейската общност е едва ли не служебно задължение за голяма част от българските физици, контактите Изток-Запад на всички нива между колегите представляват естествена форма на научно общуване. В Табл. 1 представям примери от последните години за някои резултати, постигнати от български физици. Това са регистрираните максимални стойности на два наукометрични показателя, представени по данни на ст.н.с. д-р Динко Динев от ИЯИЯЕ и по мои собствени данни. Освен това, по страниците на научните списания се печатат поне няколко десетки на брой имена на български физици, познати на специалистите от целия свят в буквалния смисъл на думата. Дори големите суми, необходими понякога за изпращането на научни статии за рецензиране в реномираните световни списания (те достигат вече стотици долари за една печатна страница), не могат да бъдат принципна пречка пред българските автори и съавтори. В краен случай (ако не им достига служебна валута), те могат да обменят собствени пари в наша или чуждестранна банка и прилагайки чек към ръкописа на статията си, да я изпратят до редакцията на всяко списание по света – което пожелаят и когато пожелаят!

Казаното звучи просто и естествено днес, но това не беше така по-рано. Следващото изложение обаче не бива да се възприема като оплакване, а само като отрезвяващо напомняне, че сегашните възможности за най-свободно публикуване на научни трудове не винаги са съществували!

Таблица 1. Два от наукометричните показатели на български автори и съавтори – рекордните стойности са регистрирани в САЩ

Личен показател	Максимален брой	Рекорд
Публикувани научни статии, монографии и доклади	над 300	320, Д. Съселов
Цитирания от други автори	над 3 000	24 000, Т. Станев

Да започнем с университетското образование като един от фундаменталните корени на познанието въобще.

2. Обучението по физика “тогава”

След приключване на най-тежката криза в новата история на България (1947-1955 г.) тогавашното ни правителство успя да съживи университетското образование. От втората половина на 50-те години започна годишен прием от по 300 студенти в специалността “физика” (150 научно-производствен профил и 150 педагогически профил), които бройки бяха “в пъти” повече от дотогавашните. Освен това, за нуждите на Физико-математическия факултет (обучаващ студенти по физика, математика и химия – всички с прием също по 300 студенти годишно), бяха предоставени новопостроените сгради на Висшата партийна школа. Друг е въпросът, че тогава в кандидат-студентските формуляри за попълване в течение на много години се “мъдреше” зловещият въпрос “Засягали ли сте – вие или ваши близки и кои точно, от мероприятията на народната власт?” Всеки утвърдителен отговор отказваше достъп на кандидат-студентите до университета.

На своите близки обаче, новопостъпилите студенти също поднасяха понякога драматични ефекти. Например, първи курс “физика” и “математика” заради слаб успех по правило презаписваха около 50 % от новоприетите студенти. Тъй като университетското обучение се провеждаше изцяло на разноски на държавата, допускаше се диплома за завършено висше образование да се получи дори и след 10 годишно непрекъснато обучение – макар и вече в друг университет и по друга специалност (има такъв действителен случай !).

При липсата на достатъчно кадри с висше образование за работа в тогавашната българска промишленост, научните институти и университетите, общественото мнение разнасяше гордо като знамена наименованията на следните университетски специалности: *физика, химия, изчислителна техника, електроника, машиностроене и др.* От тогавашния студентски ентузиазъм в днешните студенти е останал откровен интерес само към “компютрите” и “комуникациите”. Нещо повече – факт е, че през последните години е трудно да се запълнят свободните места в българските университети по специалности “физика” и “химия” и единственото ни утешение е, че подобен ефект съществува и в световни мащаби.

3. Българската физика “тогава”

По инициатива на патриарха на българската физика – покойният академик Ге-

орги Наджаков, от втората половина на 50-те години върху обширен терен на булевард Цариградско шосе с адрес 7-8 км, започна изграждането на наричания и до ден днешен “Атомен център”. Това беше първоначално Физически институт с Атомна научно-експериментална база (ФИ с АНЕБ), прераснал и се разроил в следствие до ИФТТ, ИИЯЕ, ИЕ, Секция Астрономия и още редица други съпътстващи научни и помощни звена, в които и до днес работят много наши колеги.

В резултат от появата на градчето на физиката се откриха десетки на брой щатни места за физици, химици, инженери и математици, които веднага биваха заемани от току-що завършили наши и чуждестранни университети български специалисти. Новопостъпилите – в голямата си част добре подготвени в университетите млади хора – естествено започнаха да търсят възможности за изявата си като личности в областта на науката чрез публикуване на свои научни трудове. **Къде и при какви условия те публикуваха своите работи и патентоваха изобретения като автори и съавтори през периода 1960-1980 г.?**

По правило (и за голямо съжаление), във всички научни институти и в университетите съществуваше неофициална забрана: научни работници и преподаватели да не кореспондират директно с юридически и физически лица от западните страни, освен чрез посредничеството на упълномощените за това органи. Този факт може да се оспорва сега от някои учени, но те сигурно тогава са били ръководители на лаборатории или катедри и от този пиедестал винаги са били в състояние да оправдаят личната си кореспонденция с чужбина. Други ръководители на лаборатории и катедри пък са спазвали стриктно правилото и са следели то да бъде съблюдувано от техните подчинени просто, защото не са владеели чужди езици!

Ако обаче някъде и понякога се получаваше неочаквано чуждестранно писмо, в което се отправяше официална покана за специализация на *българския учен А. в страната Х.* за работа по темата α , то следваше следния стандартен отговор до страната Х.: “...*Ръководството на нашата лаборатория (институт или университет) счита, че вместо предлагания от вас учен А. за специализация по предлаганата от вас тема α , ние разполагаме с по-подходящ от него специалист – това е нашият учен Б., дори ако се налага той да работи по друга тема β* ”.

А какъв бе ефектът от изпращането на вече готовите научни работи от български автори и съавтори за публикуване в редакциите на физически журнали, издавани в западните страни? Преди всичко трябва да се поясни, че през онези години в редакциите на западните физически списания съществуваше предубеждение, граничещо с неприязън, към приемането за публикуване на научни статии от български автори. Причините за това, накратко, са следните. *Първо*, по правило изпращаните статии за публикуване бяха на “лош” английски, френски или немски език, независимо от оправданията на техните автори, че този език не им е майчин. Изключения правеха случаите, когато българските автори бяха учили в гимназии със специализирано преподаване на чужд език (тези училища бяха малко на брой и се появиха едва през 50-те години на 20 век). Изключение правеха автори, които бяха свикнали да ползват услугите на професио-

нални преводачи. *Втората* причина беше финансова: припомняме, че редакциите на научните списания изпращаха на авторите отпечатащи на поместените в списанието техни статии обикновено срещу заплащане и рядко – бесплатно. А тъй като авторите от източноевропейските страни бяха бедни и нямаха право да изнасят валута в чужбина, никой не отправяше искане за отпечатащи (на интересувашите се изпращаха ксерокопия). *Трета* причина за тенденциозното връщане на ръкописи на български автори от редакциите на научните журнали от Западна Европа и САЩ беше тяхното “самоосакатяване” от страна на авторите им откъм точни технологични и технически данни “да не би да изтекат” някакви секретни данни, от които да се възползват военните на “империалистите”. Куриозното на тази догма е, че в действителност се намесиха нашите военни, защото (и като *четвърта* – политическа причина) вместо рецензия на един мой ръкопис до редакцията на едно списание, получих копие от писмото на анонимния рецензент до редакцията: “*Няма да изпратя рецензия на статията на българина, докато неговите войски не напуснат окупирана Чехословакия*”.

Накрая, трябва да се има предвид съществуването на още един фактор, който в противоположност на изброените по-горе, днес е в състояние да осигурява най-благоприятни условия за обективно и свободно оценяване на приносите на учените. Това е значението на научното, административното и безпартийното ръководство, под което израстват младите хора, посветили живота си на научна работа. Ще дам пример от собствената си творческа биография: за да имам 14 отпечатани статии с импакт-фактор за периода между 1970 и 1980 г. (въпреки описаната по-горе непреодоляна научна стагнация от миналото), мога да бъда благодарен само на моя научен ръководител, вече скъп покойник! До тогава бях без нито една отпечатана в чужбина статия, защото имах друг научен и административен ръководител – партийният секретар на научния институт, сега също покойник!

ПОСЕТЕТЕ УЕБ-СТРАНИЦАТА НА
СЪЮЗА НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
НА АДРЕС:
<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>

АЛЕКСАНДЪР ЛЕОНИДОВИЧ ЧИЖЕВСКИ: УЧЕНИЯТ-РОМАНТИК

(по случай 110 години от рождението му)

Н. Ахабабян

„С гениалните по своята новост идеи, с широтата на обхвата, със смелостта на синтеза и дълбочината на анализа, трудовете на проф. Чижевски го поставят начело на биофизиците по света и го правят истински гражданин на света, понеже неговите трудове са достояние на целия свят”

Из „Меморандум на I международен Конгрес по биофизика и космология”, Ню Йорк, септември 1939 г.



Съществуват научни области, които възникват въз основа на гениални човешки прозрения, изпреварващи своето време и научната атмосфера за тяхното възприемане. Дълъг период на първоначално натрупване на емпиричен материал, предизвикващи съмнения за тяхната достоверност наивни хипотези, основно градени върху интуитивни представи, възбуждащи най-често скептицизъм. И основно – неоснователни далеч достигащи екстраполации и следствия осъждат идеите им на дълги периоди на забравя, а техните автори на отминаване с пренебрежение. Характерен пример за това са космофизичните корелации на земните процеси – по-точно: слънчево-земните връзки – от влиянието върху емоционалното състояние на отделния индивид, през добива на житната реколта, до хода на историческите процеси. Това са толкова сложни, деликатни и глобални явления, че са необходими много десетилетия усилия и необикновен научен

стоицизъм, за да завоюват те своето признание и място сред изследванията на традиционната академична наука. В случая – нерегулярност на много от космофизичните процеси и много слаби ефекти, най-често влияния на множество и взаимосвързани едновременно действащи фактори. Активният експеримент е изключен, а основният математичен апарат е теорията на вероятностите и статистическия анализ на малки извадки, продължителни периодичности с насложени нерегулярни флуктуации. А като се има предвид, че повторемостта на резултата е един от основните критерии в съвременната наука, става ясно колко е трудно утвърждаването на една такава научна

област. И като се знае, че времето на изследователската активност на отделния индивид е несравнимо по-малко от продължителността на космофизичните времеви интервали, става ясно какви психологични и морално-волеви качества трябва да притежават учените, които творят в такива области... Но такъв тип учени, наричани романтици, са съществували и в миналото, и в нашето съвремие. Ярък случай е Александър Леонидович Чижевски – уникално руско явление, характерно за редкия вид универсални, с космически обхват мислители, изпреварващи времето си, далеч невини разбрани и оценени, изпитали много огорчения и претърпели много колизии, но останали верни на идеите си и на себе си. И затова останали и в науката.

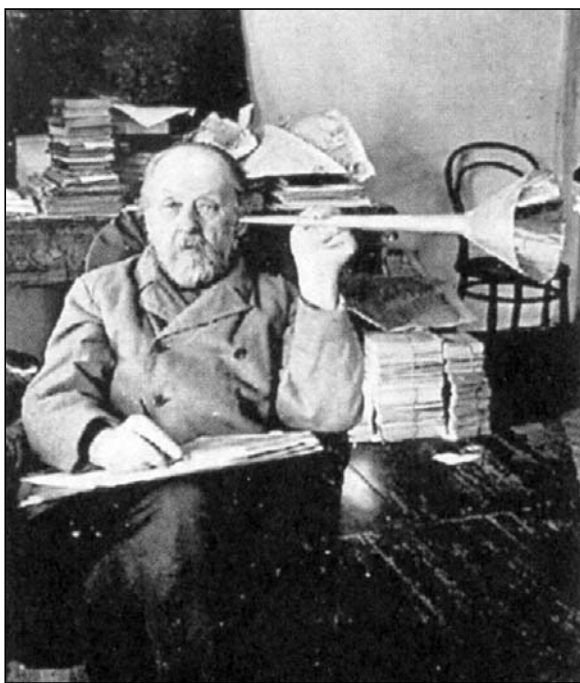
Александър Леонидович Чижевски е роден на 26 януари 1897 г. в селцето Цехановиц (сега в Полша), където е дислоцирано армейското поделение на баща му – капитан от артилерията Леонид Василевич Чижевски. Неговият род има дълбоки корени в руската история, а майка му Надежда Невиандт, е от холандски произход, свързан с преселниците от времето на Петър I. За съжаление, тя почива, когато бебето е само на една годинка и Саша расте под грижите на леля си Олга Лесли (сестра на баща му, която след развода си отива да живее при брат си). “Тя стана моя втора, но истинска майка, и с това свещено име я наричах цял живот. Тя ме възпита, вложи цялата си душа, цялото си с рядка доброта сърце и почина в ръцете ми” ще пише по-късно той. С тях живее (до края на живота си) и баба му по бащина линия, Елисавета Облачинская, от рода на адмирал Нахимов. След митарства в различни руски градове, през 1913 г., вече с чин полковник, бащата получава назначение в старинния руски град Калуга, разположен на 150 км. от Москва, на брега на река Ока, където ще живее до края на живота си (1929 г.), достигнал до генералско звание по време на Първата световна война.

Силно впечатлителен и силно чувствителен, още от малък и като ученик в частно училище, Александър се проявява като разностранно надарено дете – свири на пиано и цигулка с почти професионално майсторство, превежда стихове на немски и френски поети, сам пише и публикува две стихосбирки „Стихи” (1915) и „Тетрадь стихов” (1919) [Приложение 1], за които ласкаво се отзовават В. Брюсов, В. Маяковски и И. Бунин. Придружаван от баба си, летните му ваканции



Гр. Калуга, 1915

преминават в пътешествия по известни европейски културни центрове – Париж, Венеция, Рим. Две години (1905-1906), по време на ваканциите си, които прекарва в Ница, той взема уроци по рисуване в ателието на Гюстав Нодие (ученик на Едгар Дега). Интересите и заниманията си в тези области той запазва до края на живота си. Рисушки с цветни моливи, гваш и пастел, в стила на Ръорих и Куинджи. (По време на трудните следреволюционни години той успява да продаде свои картини, а понастоящем неговите картини се намират в известни галерии или частни колекции). В автобиографичната си книга „Цял живот“, издадена десет години след смъртта му (в която, за съжаление, повествованието е доведено до 1926 г.), той характеризира детството си така: „Когато сега в ретроспектива разглеждам целия си живот, виждам, че основните му магистрала бяха заложени още в ранното ми детство – между 8- и 10-годишна възраст. Дисциплина на поведение, дисциплина на работа и почивка ми бяха присъщи още от тогава. Пълната удовлетвореност в детството не само не измениха тези принципи, но напротив – ги засилиха ... Още от детските години привикнах към постоянна работа”. В реалната гимназия в родния си град, учител по физика му е Константин Едуардович Циолковски (1857-1935) – друг самобитен руски учен, провъзгласен за „баща на руската космонавтика”, на когото принадлежи идеята за реактивните двигатели с течни горива за осъществяване на космически полети на човека.



Константин Едуардович Циолковски (1857-1935)

Влиянието му върху Чижевски е много силно: „В сърцето ми Константин Едуардович заема особено място. Голям отрязък от време ние бяхме заедно. Освен ерудиция в най-различни области на науката и изключителното му обаяние като човек, той изказваше мисли напълно необикновени и убедителни – за космоса, за бъдещето на човечеството – мисли, които не можеш да срещнеш или чуеш никъде другаде ... Общуването с него внесе много радикални промени в моето световъзприемане. Той настояваше за моето дълбоко изучаване на математика и физика, толкова важни за научната дейност в областта на естествознанието”.

Още от ученическите

си години с домашния телескоп, купен в Париж от лабораторията на известния популяризатор на астрономията Фламарион, монтиран на терасата у тях, Чижевски започва да води регулярни наблюдения за състоянието на повърхността на Слънцето – броя и разположението на слънчевите петна и хода на военните действия, и да търси връзка на тези слънчеви характеристики с емоционалното и физическо състояние на отделните хора или големи човешки общности. И интуитивно напипва вероятностна връзка между слънчевата активност и човешката дейност – войни, масови миграции, революции. Веднага след завършване на гимназията през 1915 г. Чижевски е приет за студент в Московския археологичен институт и за редовен слушател в Московския търговски институт (където се запознава с висшата математика и методите на статистическия анализ). Още в началото на Първата световна война той успява, преодолявайки възрастовите препятствия, да попадне на фронта в Галиция като доброволец, но ранен и контузен, е върнат в тила, с Георгиевски кръст за храброст.

Продължава образованието си и през 1917 г. защитава две магистърски дисертации: на тема „Руската лирика през XVIII век” в Московския търговски институт, и „Еволюция на физико-математическите науки в античността” в Московския археологичен институт. Продължавайки наблюденията си за връзката на слънчевата активност с прояви в земната биосфера, Чижевски оформя докторската си дисертация (по всеобща история) „За периодичността на всемирно историческия процес – Синхронни таблици” – и въпреки въздържаното отношение на Циолковски: „Да не се изхвърля”, я представя през 1918 г. за защита в Археологичния институт. Тезата му е, че цикличността на слънчевата активност се проявява и в биосферата, изменяйки хода на жизнените процеси – от реколтата до заболяванията и психичните настроения на човека. Това, според него, се отразява и на динамиката на историческите събития – войни, въстания, революции, политико-икономически кризи и пр.

Опоненти при защитата са историците академик Сергей Корнеев и член-кореспондент Сергей Платонов. Въпреки техните положителни отзиви, академик Климент Аркадиевич Тимирязев е категоричен: „По-големи глупости е трудно да си представим!”. Но директорът на Археологичния институт заема прагматична позиция: „Става дума за аномални явления. Ерудицията ни е недостатъчна, за да я оценим. Виждате, че е извършена огромна, фундаментална работа. И за да не ни съдят потомците, че сме отминали велико откритие, по-добре да присъдим исканата степен”. И тя му е присъдена.

През този период, освен публикуването на споменатите два сборника стихове, защитава още една дисертация – „Академия на поезията”. През 1922 г. Чижевски е вече професор по всеобща история и преподава физични методи в археологията, редовно посещава занятията на физико-математическия и медицинския факултет, като извършва всички лабораторни упражнения по физика, химия, биология ... Вече му е предоставена и стая от 6 м² в комунална квартира, обитавана от 30 души. През 1924 г. в Калуга на собствена сметка издава преработената и допълнена дисер-

тацията под заглавие „Физически фактори в историческите процеси“, в която са развити и обобщени получените до тогава от него резултати, подкрепени с анализа на исторически събития на близо 70 държави за последните 2300 години. Развита е т. нар. „енергийна хипотеза“: образуването и активизирането на петната върху слънчевата повърхност активизират и увеличават интензитета на нейното излъчване, което влияе на въздействието и върху земната атмосфера и нейната повърхност. Чижевски установява 11-годишната цикличност на концентрация на историческите събития в близост до максимума на слънчева активност, която съвпада с 11-годишна периодичност на слънчевото петнообразуване. Според него това е един друг вид превръщане на енергията – на слънчевата в човешката активност и поведение в хода на „единната световна история“. Той отива по-далеч, опитвайки се да обясни и ролята на отделната личност в историята – като „кондензационните ядра при образуване на капките и дъжда в мъгла“ ... И всичко това, когато в СССР се налага с огън и жупел марксистко-ленинската теория за класовата борба и ролята на пролетариата за развитието на обществото. Да не говорим за незаменната роля на вождовете на комунистическата партия ... Разбира се, веднага се надига вой, той е заклеймен – от „слънцепоклоник“ до „мракобес“ ...

Към края на 20-те и началото на 30-те години се появяват множество научни публикации на Чижевски, посветени на влиянието на слънчевата активност върху масовите процеси и социални явления и по-конкретно, за възможностите за прогнози на епидемии. Резултатите му са изложени в книгата „Епидемичните катастрофи и периодичната дейност на Слънцето“, излязла от печат през 1930 г. Той се ползва с покровителството на министъра на здравеопазването Семашко, а в печата се появяват статии под заглавия „Велико откритие на съветски учен“ или „Чижевски подарява своето откритие на съветския народ“. Той е поканен да участва в различни научни конференции в чужбина, но властите не го пускат. Заедно с известността му расте и броят на завистниците. „За какво да ходи в чужбина. Нека си работи тук!“ отсича академик Иван Петрович Павлов.

Чижевски редовно се връща в Калуга и когато на Запад се появява книга, посветена на пионера на ракетната техника Оберт, той, който има ясна представа за заслугите в това отношение на своя учител Циолковски, ходатайства пред висшестоящи инстанции и съдейства за издаване на труда му „Ракети в световното пространство“ (1924). Така ученикът изиграва значителна роля за признаване на приоритета на учителя си още приживе.

През 30-те години интересите на Чижевски са насочени вече към хелиобиологичните корелации и ролята на хидрозолиите върху физиологията на човека. Хидрозолиите представляват водни микрокапки, носещи се във въздуха, с некомпенсиран положителен или отрицателен електричен товар. Те се образуват около водопади, в зоната на морския прибой, над бързотечни реки или при замръзване (или топене) на води. Тяхното обилно образуване води до грандиозни ефекти като образуване на градоносни облаци и гръмотевични бури. Обаче загадъчността на влиянието върху физиологичното състояние на

живите организми е свързано с факта, че става дума за нищожна тяхна концентрация – от порядъка на 10^{-17} мола, както и за ясно изразеното благоприятно влияние на отрицателно заредените хидрозоли и обратно – вредното влияние на положително заредените. Тези изследвания са подкрепени с анализа на наблюденията му върху поведението на екзотични животни като маймуни, слонове, носорози и други от цирка на световно известния дресьор Дуров. Когато Чижевски изпраща доклада за своите изследвания на световно известния шведски физико-химик Сванте Арениус, Нобелов лауреат за 1903 г., той го кани в Стокхолм. Молбата за разрешение за пътуване, въпреки застъпничеството на академиците П. П. Лазарев и В. М. Бехтерев, от Семашко и Луначарски, е резолирана от Сталин: „Да не се пуска, може там да остане“.

Още през 1931 г. с „Постановление на Совнаркома на СССР за работите на проф. Чижевски“ той е награден с ... тристаен апартамент и назначен за директор на Централната научно-изследователска лаборатория по йонификация“ (ЦНИЛИ) към Президиума на ВАСХНИЛ (Академията, в която скоро връх ще вземе Лисенко). По това време той се жени за Татяна Сергеевна Толстая, която има 11-годишна дъщеря от първия си брак. И до средата на 30-те години А. Л. Чижевски активно разработва своите идеи. През 1935 г. открива метакхромозацията на бактериите, позната сега като „ефект на Чижевски-Велхвер“). Обаче „компетентните органи“ бдят. Сипят се не само доноси и отрицателни реакции на близки и далечни колеги, но в печата се появяват и яростни и злобни отзиви. Наистина ЦНИЛИ се е увлякла, и в духа на епохата е дала грандиозни обещания: „15-20 % повишаване на производителността на труда; 1/3 намаляване на заболяемостта на работниците; 30-40 % увеличаване на реколтата; 20-25 % увеличаване на раждаемостта на добитъка и 30-35 % увеличаване на снасянето на яйца“. На 25 декември 1935 г. официоза „Правда“ публикува статия на Б. М. Завадовски под заглавие „Враг под маската на учен“, която завършва с реторичния въпрос: „...Какво е това – бълнуване или завоалирана контрареволуция?“. Чижевски вече е конструирал и завода „Полилеи“ за обзавеждане на строящия се тогава Дворец на конгресите в Москва с инсталация за йонизация на въздуха в залите (той се води за ръководител на Лабораторията по йонизация на строежа). Намесва се и „тежката артилерия“: отношение вземат и авторитетни учени, които отричат научната достоверност на твърденията на Чижевски. Изтъкнатият математик академик А. Н. Крилов, яростно и обосновано критикува нестрогостта на математичните изводи на Чижевски, а видният биолог академик М. М. Завадовски (брат на споменатия автор в „Правда“) критикува (и отхвърля) твърденията на Чижевски, свързани с влиянието на слънчевите петна върху животновъдството: „...считам Чижевски за авантюрист, неговите „изследвания“ нямат никаква стойност и той заблуждава правителството“ – завършва анализа си той. И през 1936 г. ЦНИЛИ е закрыта.

(За илюстрация на епохата и личностите, като „Приложение II“ ви предоставяме преразказания от самия академик П. П. Лазарев „разговор“ с известния математик Ото Юриевич Шмит, по това време главен цензор на „Главлит“ – апотеоз на сблъсъка между пристрастен учен и закоравял догматик!).

През 1939 г., въпреки че не е пуснат да присъства на I-я Международен биофизичен конгрес в Ню Йорк Чижевски е избран задочно за почетен председател, наречен е „Леонардо да Винчи на XX век“, а група изтъкнати учени, участници на конгреса – Д Арсонвил, Ланжевен, Бранли и др. го предлагат за Нобелова награда. В представянето се казва: „В лицето на проф. Чижевски ние безспорно имаме един от гениалните природоизпитатели от всички времена и народи, достоен да заеме почетно място в Пантеона на човешката мисъл, наравно с другите велики представители на естествознанието. За пълнота на характеристиката на този забележителен човек ние трябва да добавим, че (...) проф. Чижевски е забележителен художник и изтънчен поет-философ, олицетворяващ за нас, живеещите в XX век, монументална личност като Леонардо да Винчи“. А през 1940 г. в Париж е публикувана книгата на Чижевски „Les Epidemies et les perturbations electromagnetiques du milieu exterior“, написана от автора на френски по поръчка на издателство „Хипокрит“. (През 1971 г. „Физически фактори в историческия процес“ е публикувана и на английски).

В началото на войната семейството на Чижевски е евакуирано в Челябинск, където след доноса на съквартиранта им – лекар-хомеопат – за „възхваляване на немската армия и критика на политическото и научно ръководство на СССР“, е арестуван на 21 януари 1942 г. и осъден на 8 години заточение – отначало в Ивделлагер, Свердловска област, а след това в Карлаг, Казахстан. Жена му Татяна Толстая се развежда с него и го изоставя. След излежаване на присъдата, той е заселен принудително за още 8 години в Караганда, където работи в медицинската лаборатория на местния лагер. Там Чижевски среща и друга „въдворена“ – Нина Вадимовна Енгелгардт (р. 1905). Тя е с шведско-немски произход, възпитаница на Екатеринбургския институт за благородни девици, племенница на заместника по политическата част на белогвардейския генерал Деникин. Още през 1922 г. тя е правила опит да избяга от Съветския съюз и арестувана на границата, получава първата си присъда и заточение в Соловки. Сега тя е тук от 1939 г. и работи като санитарка в медицинския пункт на лагера, където работи и Чижевски. С дълга бяла брада и прякора „Професора“, той провежда уникални изследвания на закономерностите на движението на кръвта по кръвоносните съдове и физическите свойства на електроцитите. В Москва те се завръщат едва през 1958 г. и след дълги митарства той е приет на работа като научен консултант в завода за санитарна техника. Работи усилено по проблеми на ранната диагностика на рака, а през 1959 г. издава монографията си „Структура и анализ на движещата се кръв“, в която са обобщени последните му научни изследвания по проблемите на хематологията и хидродинамиката на кръвта. Политически е напълно реабилитиран през 1962 г. – две години преди смъртта си. Тя настъпва на 20 декември 1964 г. от скоротечен рак на гърлото.

А. Л. Чижевски е типичен представител, по-точно продължител, на характерната руска плеяда мислители с широк космически обхват. То е визионерско пренасяне на съзерцателната метафизика в реалната действителност: човекът като необходимо космично същество. Руският космизъм е своеобразно продължение на

руската религиозна философия – предопределената „руска вселенска мисия“, с т. нар. „вертикална утопия“, превъплътена като извратената „хоризонтална“ комунистическа съветска действителност. Да не говорим за съвременните и „производни от по-висок порядък“ парапсихологични, телепатични, мистични и пр. извращения. Още Николай Фьодорович Фьодоров (1828-1903) вижда дълбокия смисъл на християнството във Възкресяването (той го пише с главно В) на предците, което се осъществява от съвременната наука, дадена ни от Бога; и тъй като възкръсналите са много, те се заселват на другите планети и по далечни космични обекти. А за целта са необходими двигателни апарати, които да ги изведат там! (От него води началото си и идеята за „управление на природата“). Той има непосредствено влияние върху К. Е. Циолковски, който попада под закрилата и погледа на Н. Ф. Фьодоров, тогава библиотекар в Румянцевия музей в Москва, който, впечатлен от младия и любознателен глух юноша, му помага да положи през 1879 г. гимназиалните изпити като „извънреден“ ученик и да придобие право да преподава в началните (а по-късно и в горните класове) на общински училища. Проявявайки преподавателски талант и изобретателност Константин Едуардович извоюва слава на уважаван преподавател по физика и математика, която професия упражнява в продължение на 40 години, основно в Калуга. С богата фантазия и неспокойна мисъл, той предлага (и въвежда) много нововъведения в преподавателската практика, за които е награден с множество правителствени (предреволюционни) ордени. Идеите му за ракетни полети извън земната атмосфера и до други планети придобиват известност и признание значително след смъртта му през 1935 г., основно свързани с успехите на светската космонавтика. Нека отбележим, че и двамата – Фьодоров и Циолковски са без системно висше образование. Друг от това периферно течение в буйната река на руска духовност е завършилият Физико-математическия факултет на Московския университет, а впоследствие известен религиозен философ Павел Флоренски (1882-1938), който с помощта на експерименталната и теоретична физика се опитва да създаде и обоснове т. нар. от него „конкретна метафизика“, но не успява, разстрелян по време на жестоките сталински репресии. Нека добавим още един физик със значим принос в теоретичната разработка на проблеми на преноса на енергия и лъчение – Николай Алексеевич Умов (1846-1915), който прави и първото експериментално измерване на налягането на слънчевите лъчи върху телата; той свързва влиянието на потоците слънчева енергия с появата на нов тип „homo sapiens explorans“ – човекът като разумен изследовател и преобразувател на природата. Владимир Иванович Вернадски (1863-1945) е виден руски геохимик, академик, който през периода е председател на АН на СССР. Той развива идеи в тази насока – за живото вещество, космическия живот, за единната био- и ноосферата. Всъщност, понятието „ноосфера“ за пръв път е употребена от него на лекция в Колеж дьо Франс през 1922 г., но по-късно френският антрополог и философ Теяр де Шарден през 1927 г. станал главен представител на това разклонение в западната научна мисъл. А след Втората световна война, Лев Гумилев,

син на известните руски поети Анна Ахматова и Николай Гумилев (тя – репресирана и преследвана, а той – загинал в Сталинските лагери) развива хипотезата за етногенезиса и пасионарните импулси с космофизичен произход. Заслужава да се отбележи, че „главния конструктор” Корольов пък „се засича” с Циолковски, счита се за негов ученик и реализатор на „проекта му” – изграждане на „обитаемите космични станции”; впрочем, това става и причина за конфликта му с Хрушчов, който по политически причини дава приоритет и налага космическата надпревара с американците за полети на човека до Луната. (А като курioз: споменатият Н. Ф. Фьодоров е незаконнороден син на княз Пьотър Гагарин, от чиито потомци пък е първият руски космонавт Юрий Гагарин ...)

И Чижевски – човек с богата фантазия и дълбока интуиция, тръгвайки от отделни факти и вървейки самостоятелно по нетрадиционни пътища, развива далеч достигащи, с космически обхват, възгледи. Успехите, пък често и грешките, които такъв тип увлечени учени допускат, са характерни за случаи, когато се пренасят и прилагат методи и схващания от една област на знанията в други, понякога съвсем несъседни. Тогава обаче се раждат и плодотворните интердисциплинарни области на науката. В случая, тази област се нарича хелиобиология, която изучава влиянието на слънчевата дейност, по-точно, измененията в нейната дейтелност – периодични и флукуационни, върху биосферата на Земята. Сега вече, утвърдена и самостоятелно развиваща се, тя обхваща такъв широк диапазон от проблеми – от динамичната микроструктура на кръвта, развитието на епидемиите и психозите, поведението на колективи от животни и смъртността на хората, до зависимости на човешката история от астрофизични и космофизични фактори – ако споменем само някои от разглежданите и разработвани от Чижевски проблеми. С трескава творческа активност и завидна упоритост, той съставя дълги емпирични таблици, изчислява периодичности и корелационни връзки без компютър и даже без електро-механичните калкулатори, прави статистически анализи и изводи преди математичните разработки на Пирсън и Фишер... За добросъвестността на правените изследвания говори и цитираната библиография от над 400 заглавия, които понастоящем могат да послужат като изходна точка за справки и нови проучвания. Верен на своя интуитивен път на търсене – едва ли най-сигурния, но вероятно издигащ до най-големи височини (или достигащ до най-големи дълбочини) – Чижевски нерядко изпада в противоречие с фактите или поддържа необосновани хипотези. Такъв е случаят, например, с хипотезата за нов вид Z-излъчване от Слънцето, което впоследствие не се потвърждава. Както и немалък брой други догадки, които времето отдалечава достатъчно от първоначалните им формулировки ...

Обаче при Чижевски познанието излиза далеч извън твърдата почва на експериментално или теоретично изследване и стъпва върху мочурливата почва на интуицията и предчувствието. Методологичните принципи, на които се опира той, са на границата на метафизиката и езотериката, а нерядко преминават и в областта на астрологията. Метафорите, с които са наситени поезията и нарисуваните карти-

ни, понякога се използват като научна аргументация. От груби материалистични представи – твърда зависимост на човека от физическите фактори на природата, от отричането на допусканата от християнската вяра „свободна воля” в дейността му – до непоколебима вяра в съществуването на единен природен закон и единна материална основа. Той се обосновава както с питагоро-платоновски схващания за енергетичното начало (*„материалният свят е арена на последователни и закономерни комбинации и трептения на единен световен субстракт – електричеството”*; *„Материята е образувана от електричество”*), така и с идеи, заимствани от античната и източна философия – „космически ритми”, „космическа воля”, „висши разумни сили”, „преливане на слънчевата енергия в психична”. Това са много уязвими от утвърждаваните в средата на XX век позитивистични схващания в науката, да не говорим за догмите на диалектическия материализъм, наложени по това време в болшевишка Русия.

Наистина, науката се развива и чрез интуитивни находки, чрез правдоподобни допускания, обещаващи хипотези, вдъхновени понякога и от поетични мисли, естетически съображения или представи за красота. И великите умове могат да отгатват истини, преди да имат доказателства или аргументи, за да я докажат. Но тя става научна истина, когато стъпи върху здравия фундамент на повтаряемия експеримент или неопровержимото наблюдение. Това е и красотата на науката: прехода от етапа на въображението върху почвата на рационалното доказателство. Никой не отрича ролята на емоциите при мисленето. Обаче научният метод изисква прецизното „изследване под лупа” и издържане на доброжелателната критика на другите учени от гилдията. Това означава както да не се придържаме пристрастно към недоказани убеждения, така и да оценяваме идеите на другите с непредубеденост.

Страсти и пристрастия; догматици и консерватори срещу романтици и новатори, залитания и неправомерни и необосновани екстраполации и в двете посоки са присъщи на духа на научното творчество и съставят част от аромата на научните изследвания през всички времена. Но това, което остава от изследванията на Чижевски, днес лежи здраво в основата на съвременната наука за изучаване на влиянието на космофизичните фактори върху живота на Земята. След дългогодишни отрицания, научното признание, макар и не всеобщо, Чижевски получава още приживе. Той е избран за почетен или действителен член на повече от 30 научни дружества в Европа, Америка и Азия. Видният съветски физик и организатор на науката от средата на XX век – Д. И. Блохинцев, сам с широк кръгзор и култура и страстен живописец, пише за него: *„Много от неговите акварели са прекрасни, други просто хубави. Както и стиховете му. Но, може би главното, за което говори целият му живот и творчество, е образът, който се разкрива пред нас – на истински велик руски човек, в онзи смисъл, в който винаги се е разбирал в Русия. Неотменната черта в нея е не само успехът в една или друга област на науката, а по-скоро създаването на светоглед. Наука, поезия, изкуство – всичко това трябва да бъде само част на великата душа и нейната дейност”*.

Приложение 1.

*В науке я прослыл поэтом,
Среди поэтов – я ученый,
Увы, не верю я при этом
Моей фортуне золоченой.*

*Мой путь поэта безызвестен,
Натуралиста путь тревожен,
А мне один покой лишь лестен,
Но он как раз и невозможен.
Хотел бы я ходить за плугом,*

*Солить грибы, сажать картошку,
По вечерам с давнишним другом
Сражаться в карты понемножку.
Обзавестись бы мне семьёю,
Поняв, что дважды два – четыре,
И жить меж небом и землею
В труде, довольствии и мире.*

А. Л. Чижевски, 1935

Гиппократу

*Мы дети Космоса. И наш родимы дом
Так спаян общностью и неразрывно прочен,
Что чувствуем себя мы слитыми в одном,
Что в каждой точке мир – весь мир сосредоточен...*

*И жизнь – повсюду жизнь в материи самой,
В глубинах вещества – от края и до края
Торжественно течет в борьбе с великой тьмой,
Страдает и горит, никогда не умолкая.*

(Под това стихотворение, написано върху изхвърлена амбалажна хартия, е отбелязано: „5.1.43. +5° С и силно течение в килията. Голямо треперене. Не ни дават даже гореца вода за чай”)

Лобачевский

*Отважный зодачий и ваятель
И враг Эвклида – постоянства.
Бессмертный преобразователь
Многоструктурно пространства.*

*Пространство наше было кучо,
Но он пришел к великой цели
И доказал: пересекутся
И параллели к параллелям,-*

*Пусть далеко, но непременно;
И вот из нового начала
Гармония иных Вселенных
Уму нежданно зазвучала,-*

*Вселенных энных измерений:
Цветут поля, бегут потоки,
Восходят тензорные тени,
Гремят источники и стоки.*

*Так пали лживые покровы,
И, неразгаданный от века.
Мир развернулся в духе новом
Пред умозреньем человека.*

*Прозрел он тьмы единослитных
Пространств в незыблемости узкой
Колумб Вселенных тайноскрытых,
Великий геометр русский.*

Приложение II

Това е разказът на академик П. П. Лазарев на „разговора“ му с началника на Главлит академик О. Ю. Шмит, записан от Чижевски непосредствено след „дискусията“. **Пьотър Петрович Лазарев** (1878 – 1942) е известен руски биофизик, завършил медицина и физика, ученик и сътрудник на П. Н. Лебедев. Със значими приноси в областта на физиката на акцепторните органи, теорията на нервното възбуждане и йонното пренасяне на сигнала. Той е основател и първи директор на Биофизическия институт на АН. **Отто Юлиевич Шмит** (1891–1956) е известен руски математик-алгебрист, със значими приноси в абстрактната теория на групите и приложенията им в теоретичната и квантова физика. Академик от 1935 г. Убеден болшевик, заемал високи административни постове през страшните руски 30-те години на всепобедно и всемогъщо насилие. Ръководител на съветската експедиция на ледохода „Челюскин“ през Северния океан, ръководител на първата съветска арктическа експедиция до северния полюс. „Герой на СССР“ – началник на Госиздат. Повод за „беседата“ е усилието на Лазарев да получи разрешение на Главлит за издаване на преработената и допълнена книгата на Чижевски „Физическите фактори в историческия процес“.

Шмит – Това сте подписали Вие, нали? (Става дума за отзива на Лазарев за книгата на Чижевски).

Лазарев – Да, аз.

Ш. – Вие наистина ли мислите, че Чижевски стои на границата на голямо научно откритие?

Л. – Да, мисля. Нещо повече – уверен съм, че е така.

Ш. – Вие, Пьотър Петрович, се шегувате ... Но това е нелепост: история, психология, масови явления, Слънце ...

Л. – А аз смятам, че това е наука на предния фронт и на това мнение са много големи учени у нас и в чужбина.

Ш. – Не, това не може да бъде.

Л. – Защо?

Ш. – Защото тези изследвания, с Ваше позволение, противоречат на марксистката гледна точка.

Л. – Но не противоречат ни на философията, ни на биофизиката ...

Ш. – Как така?

Л. – Много просто. От вас не се иска нищо. Вие не разбирате това! Не мога да кажа нищо против материалистичния светоглед, но мисленето трябва да бъде по-гъвкаво. Ортодокси в науката не трябва да има – те винаги са тормозили нейното развитие... А Вие сте „пламенен ортодокс“! И то през XX век, когато можем да бъдем затрупани от най-неочаквани открития и изобретения ... Остава Ви още само да забранявате и затваряте неудобните. Но това не е изход ...

Ш. – Да, можем да забраняваме!

Л. – Забранявайте! Науката няма да забраниш. Тя ще си вземе своето след 50 или 100 години, а над вас ще се смеят, както днес се смеем – нещо повече – негодуваме, когато четем за съда над Галилей. И тя все пак се върти!

Ш. – И какво, според Вас, Чижевски е Галилей?

Л. – Оценка за неговите изследвания ще дадете не Вие, нито аз, а бъдещите хора – хората на XXI век. Все пак най-културните марксисти, като Луначарски или Семашко, считат, че изследванията на Чижевски заслужават най-голямо внимание. Говорил съм и с единия и с другия. Виждате ли, как могат да се различават гледните точки на хора, така да се каже, с една и съща вяра.

Ш. – Не вяра, а знание ...

Л. – Ех, за това, разрешете ми, да имам своя гледна точка. Считаю, че в корените на всяко знание са заложили семената на вярата ... Но не бъркайте „вяра“ с „религия“ – това са различни неща ... Построих много фин и точен прибор и зная, че той ще съответства на своето предназначение, но абсолютна увереност, т.е. вяра, за това нямам, и съм длъжен да проверя как на практика работи прибора. Проверката даде отрицателен резултат, следователно моята неувереност се оказа правилна, въпреки че всички пресмятания бяха верни. Наложил се всичко наново да се преправя.

Вяра от такъв род помага на учения – предпазва го от излишни грешки. Той се проверява непрекъснато. Кажете, моля Ви се, защо сте лишени от това? Вие ортодоксите сте освободени от проверки. Така постъпват само фелдфебелите, но фелдмаршалите трябва да мислят, да претеглят и едва тогава да решават, защото от тях зависи съдбата на народите. Не заприличвайте на фелдфебел. Ето Ви моя съвет, въпреки че съм уверен, че няма да го използвате! Другият ми съвет, по-конкретен: не погубвайте младите таланти, не плашете мисълта, даже и да е грешна. Невярното ще умре без всякаква вреда, а съсечената вярна мисъл ще коства много скъпо на държавата. Ние вече с много изостанахме от Запада и ще изоставаме и в бъдеще, ако установим безпощаден контрол над научната мисъл. Това ще бъде крах. Нима не го разбирате?

(По разказа на Лазарев, Шмит е видимо развълнуван, пали и гаси цигара след цигара и така е задимил стаята, че едва се диша. Става и започва да крачи из кабинета.)

Ш. – Да-а, наистина, положението ни е трудно. Да се забрани мисленето, разбира се, е смешно. Но да нарушаваме чистотата на марксисткото учение, ние не можем да си го позволим. Разберете ме и мен, Пьотър Петрович.

Л. – Разбирам Ви, но си оставам на собственото мнение, че не виждам никакво противоречие между историческия материализъм и данните на Чижевски. Просто, той открива нов, много важен факт, явление, носещо статистически характер, чисто материалистично, което предстои да се обясни от Ваша гледна точка – и това е Ваша работа – да го разберете и изясните, но от открития факт, ни на Вас, ни на Вашите последователи, не можете да се отървете. Този факт е общ закон, отнасящ се за цялото човечество, а не до някакъв дребен, частен случай, който може да бъде пренебрегнат!

Това откритие стана известно на целия свят, и съветската наука ще бъде принудена да го признае, ако не сега, то след половин век. И тогава ще бъде срамно... Ще Ви назоват доктринер, ретроград ... Струва ли си да се доведе работата до такъв нелеп конфликт, за да се чуе укора на потомците, и да се пожертва талантлив учен, който и в други области се е проявявал като даровит изследовател ... не разбирам какво Ви плаши откритието на Чижевски ...

Ш. – Ама, разбира се, много е просто. Ако се признае законът на Чижевски за верен, значи работническата класа може да седи със скръстени ръце, нищо да не предприема, и революцията ще си дойде сама по себе си, когато Слънцето реши! Та това коренно противоречи на нашите основни постановки. Това е нечуван опортюнизъм.

Л. – Нима учението на Чижевски се свежда само до такава нелепица? Аз познавам неговата дисертация от първата до последната страница, но никога не може, изхождайки от нея, да се достигне към такъв странен извод. Какво искате Вие всъщност? И от къде на къде тук работническата класа и безделието? Знаете ли, това е съдът на Шемякин, а не научна марксистка критика! Изглежда някакъв злодей Ви е натрил очите и изцяло дезинформирал ...

Ш. – Е, как е тогава?

Л. – Аз познавам работата на Чижевски и не мога да направя такива изводи, каквито правите Вие. Преди всичко, законът на Чижевски е чисто статистичен закон и чисто физиологичен закон. Той казва, че максималният брой масови народни движения в 70 страни през последните 2300 години съвпада с максимума на слънчевата активност. Минимумът на масовите движения съвпада с минимума на слънчевата дейност. Това е всичко. Чижевски не казва нищо за характера на тези масови движения или тяхната идеология – тези неща са му безразлични, него го интересува самият факт, който има чисто физиологичен характер. От това произтича и неговият основен резултат: функционалното състояние на нервната система на всички хора на Земята зависи в определена степен от особено електрично или електромагнитно състояние на Слънцето. И това е всичко. А какво се получава от това – революция, семейна кавга или нечия смърт от инфаркт – Чижевски не се интересува от това. Той установява основния закон на зависимост на функционалното състояние на нервната система на всички хора на Земята от „избухванията“ на Слънцето ... Следователно, на закона на Чижевски се подчиняват масовите явления сред човечеството, а не само революциите. Боже, опази! Така да се стесни закона на Чижевски, значи просто той да не се разбира. Вулгаризация на гледната точка!

Откритието на Чижевски е много голямо. То открива огромни перспективи, и на първо време пред медицината – в профилактиката на много нервни заболявания, нервно-психични, сърдечно-съдови и други, в епидемиологията, защото *вирулентност* на микробите е в пряка зависимост от някои електрични излъчвания на Слънцето. Пред науката предстои да изясни каква е тази зависимост, а това от своя страна ще помогне да се намерят рационални методи (наред методи със социален характер) за профилактика и терапия на много заразни заболявания и ще доведе до окончателната

ликвидация на много от тях. Някои масови епидемии, оказва се, вървят напълно синхронно с кривата на цикличност на Слънчевата дейност.

И това е откритие от първостепенна важност, той трябва да бъде изследван доскопално, във всичките му подробности, а не да се изхвърля в кошчето за боклук, както го правят нашите лекари – някои кариеристи, медицински професори, въпреки че сам Николай Александрович Семашко – народен комисар по здравеопазването, дълбоко се интересува от тези изследвания на Чижевски и е наредил да му бъде предоставена всякаква епидемиологична статистика.

Вие искате всичко да обясните със социални причини. Но съществуват и мощни причини – физическите причини на Космоса. И това прекрасно го разбираат напредничавите марксисти. Откритието на Чижевски показва, че човек, неговата норма и особено патологията му, в значително по-голяма степен зависят от електричните явления на Слънцето, отколкото се е мислело до сега, а по-точно, въобще не се е мислело, защото не се знаело нищо за това. Чижевски открива нова област на знанието – космическата биология, а той е признат навсякъде като неин „баща“. Съдейки по Вашето настроение, Вие се каните да ликвидирате тази нова област на науката, а над Чижевски да устроите съд, като над Галилея! ... И да му забраните да се занимава с наука! Да, да – да забраните! Нечувано за XX век! Но засрамете се поне от съда на историята!

Ш. – Победителите не ги съдят! ... Те сами диктуват законите и унищожават всичко, което пречи на развитието на новото общество!

Л. – С дейността на Слънцето и на Вас ще се наложи да се съобразявате, даже да унищожите Чижевски ... Ако сега Слънцето угасне, след 8 минути и 20 секунди ще започне общо обледяване на Земята, и Вашите победи и нови закони няма да помогнат! За Вас и за „не Вас“ – Слънцето е общ страшен господар, и неговото „поведение“ трябва прилежно да се изучава, а не да се бяга от това. За какво говори такова пренебрежение? Не говори ли за нашето изключително невежество? Бъдещите поколения ще квалифицират това само като невежество!

Ш. – Да, но съществува още и здрав смисъл. Нима твърдението на Чижевски, че избухванията на Слънцето изменят функционалното състояние на нервната система на човека, не противоречи на здравия смисъл?

Л. – Ох, този здрав смисъл! Но той не струва нищо в сравнение с природните явления. Някога се е считало, че върху кълбовидната Земя хората могат да се удържат само върху „горната“ ѝ част. Сега знаем, че понятията „горе“ и „долу“ са относителни ... и такива примери могат да се дадат с десетки. Явленията на природата – ето какво трябва да бъдат за нас законите, а не никакви догми, получени от нас по наследство ... Между впрочем, Вие бихте могли да извлечете от учението на Чижевски много полза за своята революционна практика, но вие сте толкова самонадеяни!

Ш. – И каква по-точно?

Л. – Щом толкова искате да знаете, може предварително да се предвидят годините, когато реактивността на нервната система е повишена и масовите явления възникват

по-лесно, и кога – по-трудно. Казвам „масови явления“, а Вие сами правете съответните изводи. Разбира се, този въпрос изисква специално изучаване, но вие – ортодоксите, за вас този закон не е писан, и вие, очевидно, леко ще подминете тази увлекателна възможност, строго научна и напълно обоснована ... По такъв начин, Вие виждате, че работите на Чижевски не само не противоречат на историческия материализъм, а точно обратно – потвърждават го и могат да помогнат в практиката ... Интересно би било да се провери на практика, интересно е даже за такива изостанали хора, за какъвто, очевидно, считате мен.

Ш. – Ние не сме казали такова нещо, Пьотър Петрович. Ние не Ви смятаме за изостанали, но Ви преписваме известна лекомисленост, тъй да се каже, от социален характер.

Л. – Благодаря, че ми правите комплимент. Лекомислието е дело на велико съвършенство. Така поне оценяват лекомислието някои философи ...

Нито положителното отношение на наркома по просвещението Луначарски, нито пламенната защита на академик Лазарев, нито положителните рецензии на академиците Козлов и Морозов (както и на други известни учени) не дават резултат. Шмит кани Чижевски при себе си и с мек тон и предразполагащ маниер, отказва публикуването на книгата му: „Много съжалявам, но да се печата Вашата книга е преждевременно ... Госиздат, за съжаление, сега не може да се заеме с публикуването на Вашия дискуссионен труд по уважителни причини ... моля, да не ми се сърдите. Огорчен съм, но не мога да Ви бъда полезен като завеждащ Госиздат.“

Посетете нашия сайт
WOR.COINTECH.NET

На него можете да откриете всички списания на
СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА от 1991 г. досега

Редколегията на “Светът на физиката” предлага на своите читатели спомени на един от известните в близкото ни минало български физици – проф. Разум Андрейчин (1911-1974). Записките ни бяха предоставени от дъщеря му ст.н.с. д-р Е. Скордева. Ние ги представяме в автентичния им вид, като приемаме с уважение и без корекции цитираните в тях имена и факти.

СПОМЕНИ ЗА КАТЕДРА “ОПИТНА ФИЗИКА”

Р. Андрейчин

Спомените – бележки, изложени тук, далеч не са пълни, главно поради три причини: 1) след 50 години се помнят само някои неща (и то не всякога най-важните), някои може и да са погрешно запомнени. Особено това се отнася до датите (годините), в които е станало някое не от най-важните или пряко не засягащи ме събития – в частност години на постъпване, четене лекции, специализации, научни работи и пр. 2) по природа съм доста затворен и малко съм се интересувал от подробности за колегите ми, както и за точната организация и работата на катедрите и факултета, 3) много от събитията – откриване на катедри, хабилитации, назначения, организация, отношения и пр. – са ставали във факултетния съвет и споразумения между шефовете, или и по “задкулисни” споразумения, което е било вън от сферата на моето внимание.



* * *

В Университета постъпих да следвам през 1929 година. Тогава за физика приемаха 20 студенти – 10 мъже и 10 жени, приемането ставаше по реда на успеха от зрелостните свидетелства от гимназиите. Аз бях завършил Априловската гимназия (Габрово) първи по успех (5.78), а в списъка на приетите студенти по физика бях втори.

За следване в Университета за деца на учители имаше обявени стипендии по 5 специалности, между тях и по физика. Стипендиите се даваха по конкурс, на който се явих и измежду 6 кандидати изкарах най-добър успех. По предварителна нагласа стипендията е трябвало да се получи от племенницата на главния секретар на Министерството на народното просвещение (така се казваше тогава), но тя бе подредена втора по успех – все пак Министерството даде две стипендии. С тази стипендия (2000 лева месечно + всяка година 3000 за учебници) изкарах Университета.

Студентите плащаха за всеки семестър учебна такса (не помня колко), от която като дете на учител, бях освободен. За явяване на изпит се даваше предварително заявление и се плащаше такса (от която също бях освободен). Изпитните сесии бяха



годишно три – през юни, октомври и февруари. Явяването не беше задължително веднага след завършване на курса – имаше студенти, завършили семестриално и взели само един-два изпита. Ако се пропадне на изпит три пъти, или изпитите не се вземат до три години след завършването, само тогава се презаписва един семестър (или една година – за несвършилите в срока три години).

Следвахме във Физико-математическия факултет, в който имаше четири специалности: физика, математика, химия и “естествена история”. Годишно се приемаха по физика и химия по 20, по математика 80 (или 100) студенти; в целия факултет имаше около

600-700 студенти. Декан на факултета се избираше за една година, последователно от всяка специалност – през моето следване такива бяха проф. Иван Ценов (математика), проф. Георги Манев (физика), Ас. Златаров (химия) и Ст. Консулов (естествена история). Целият административен персонал се състоеше от една секретарка. През този период такава беше Люца Райчева – сестра на проф. Д. Баларев.

Заверка на книжките ставаше два пъти – в началото и края на семестъра; подписите бяха само от преподавателите (доценти и професори).

Студентите по физика и математика записваха (почти) едни и същи лекции и се различаваха само по изпитите. Само студентите по физика (един-двама) с подчертани теоретико-математически интереси посещаваха всички лекции по математика. Експериментаторите като мене не се интересувахме от цялата математика и някои лекции като напр. теория на функциите, диференциална геометрия и др. записвахме само формално.

Специалността физика се завършваше със следните изпити: след първата година – чужд език и аналитична геометрия; след втората – опитна физика (двегодишен курс), диференциално и интегрално смятане (също от две години), метеорология; след третата година – аналитична механика; след четвъртата – теоретична физика (от две години) и по избор теоретична или сферична астрономия и физикохимия.

Моите интереси са били винаги свързани с опитната физика, оптиката и астрономията, затова и повече мога да пиша за тях.

Първият курс по физика беше основният курс на професор Александър Христов (5 часа седмично). Демонстрации правеше, ако се не лъжа, асистентът Стоян Петров. Макар и според сегашните ни представи курсът да не е бил на голяма висота, за нас той беше на по-високо ниво от гимназиалния. Проф. Христов се опитваше да диктува сбити, но изчерпателни дефиниции за основните закономерности и явления. Сега разбирам каква е била неговата цел (да си изясним и си вътълпим явленията и законите),

но тогава недобре разбяхме това (запомняли сме курioзи, като напр. определението на махало: “конец – топче – клати се”). Курсът се основаваше на описание на уреди и явления – опити, много от които сега не се и споменават. Но сега мисля, че от такъв курс по-добре се разбират и запомнят основите на физиката, които сега не всички тесни специалисти в дадена област знаят.

С катедрата по опитна физика през първата година повече връзка няхмахме. Обучението по математика не влиза в обсега на тези спомени. Но от голяма полза за цялата ми по-нататъшна дейност беше прослушването (бих казал – за съжаление без изпит) на курс по химия (неорганична и органична). Такъв тогава ни бе четен от проф. Ас. Златаров.

Бих казал, че истински курс по физика, който действително ни научи на правилно разбиране и прилагане физическите явления и закони, на работа с физическите уреди, на анализ и вземане предвид всевъзможните грешки при експериментите, на връзката между явленията – изобщо твърдата основа на физиката, върху която се изгради цялото ми по-нататъшно развитие като физик-експериментатор – това беше курсът на проф. Петър Пенчев, четен втората година (4+3 часа седмично). Сега не помня дали демонстрации той правеше сам или някой от асистентите му помагаше. Проф. Христов диктуваше записки, а проф. Пенчев – не. С един мой състудент (Георги Тръпчев) стенографирахме лекциите на проф. Пенчев; после ги преписвахме (на словопис, те са запазени и досега), а по-късно ги продиктувахме и бяха написани на машина в няколко екземпляра. Вероятно от тях няма запазени. Това беше основен курс, а и самото му название (единици и измерителни методи) подчертава физиката като експериментална наука, стъпила на твърди неизменни процеси.

Упражненията към този курс (и изобщо по експериментална физика) – 6+8 часа седмично – бяха водени от най-дългогодишния и най-стар асистент – Кирил Сеизов. Материалната база не беше кой-знае колко добра, много от използваните тогава уреди сега са само музейни експонати, но тези практически занятия ни научиха на много неща (което ... констатирам, че липсва дори и у някои сегашни научни работници) – умение да се изследва и измерва всяко явление, да се анализират причините и големината на грешките, да се използват не само добри (имаше разбира се и такива), но и неточни апарати за получаване добри, точни резултати, технологични навици, умение и вкус да си приготвяме сами уреди и установки.

Всъщност курсът и упражненията при проф. Пенчев (заедно с тези от третата година) аз считам, че са положили основата на моите разбирания и стил на работа като физик (като научен работник се формирах под влиянието на проф. Наджаков, но за това по-после).

Всъщност към коя катедра (по опитна или по специална физика, ако тогава са били две) се е числил проф. Пенчев, и досега не ми е ясно, но считам, че неговата дейност е неразделна част от катедрата по опитна физика.

Лекциите по метеорология, както и тези по теоретична физика, са от други катедри и с тях няма да се занимавам. Ще отбележа, че на мен (и почти на никой друг

от курса) ми бяха интересни и полезни и лекциите (четвърта година) по физикохимия на проф. Странски, с упражнения, водени отначало от Хр. Кулелиев, а после от Рос-тислав Каишев.

В катедрата по опитна физика, като продължение от курса на проф. Пенчев (макар че формално бяха записвани при ръководителя на катедрата проф. Христов) имаше през третата година упражнения по физика (3 часа седмично), които ние наричахме специални (а може би и демонстрационни), водени от асистент Петър Паунов, който тогава току-що се беше завърнал от специализация (завършил оптичния институт в Париж). Това бяха упражнения от голяма полза за такива като мене любители на експерименталната физика – много неща, майсторлъци и технологии научихме от тях. Вън от тях Паунов провеждаше и допълнителни занятия за желаещи (бяхме само 5-6 души), нещо като сегашните кръжоци. Там аз работих практически и се научих на оптично производство – лещи, огледала и пр; и досега пазя изработена от мен такава лупа. Имаше и занятия по радиотехника (радиоапаратите у нас бяха почти още новост, само вносни).

Струва ми се, че от студентството ми най-голяма полза съм имал от лекциите на проф. Пенчев и от упражненията, водени от Кирил Сеизов и Петър Паунов. Също и интересите ми и беседите с преподавателите и асистентите по метеорология и астрономия не бяха малко, но това не влиза в обсега на катедра опитна физика. Ще отбележа курса на проф. Петър Пенчев (трета година, без изпит) по “електрически явления в газовете и радиоактивност” – всъщност курс, сега наричан по атомна физика. Той беше интересен, в това време се правеха много открития, които дискутирахме и частно, и помня, че даже за едно от тях (струва ми се на деутерия) прочетох преди него и той го съобщи в курса. Но както писах, не ми е ясно към коя катедра бе курсът.

Курса по физика завърших през 1933 година. Съгласно неписания обичай на стипендиантите оставих един изпит (по теоретична физика) за октомврийската сесия, тъй като в този случай получавахме стипендия до тогава, а ако бяхме свършили през юни, тя се прекратяваше. Абсурдно, но факт – ако си отложиш изпит, получаващ пари за още 4 месеца!

Проф. Наджаков (станал извънреден професор през 1932 година) четеше лекции на студенти от “новите факултети” и ние няхахме връзки с него. Чувахме за неговия хубав курс, за неговите изследвания по електрометрия и пр., но само толкова.

През последната година на следването ми у мен се оформи желанието да повиша знанията и квалификацията си, като взема докторска степен по физика. Такава у нас дотогава никой не беше вземал (имаше, мисля, само по естествена история).

Естествено, и от преподавателите, които познавах и които ме бяха обучавали, най-много ценях и имах уважение към проф. Пенчев, към когото се обърнах с моята молба да ме приеме като докторант (такова е тогавашното название на сегашното положение “аспирант”). Той изглежда не желаше повече главоболия (доста затворено работеше и имаше малко връзки с колегите си) и ми отказа.

Тогавашно се обърнах към проф. Наджаков, за когото имаше много добро мнение, макар

че не сме имали лекции и контакти с него. Той ме изслуша и каза, че ще ми отговори след два дена (в които е разпитвал колегите си за мен). Той ме прие и през 1933/34 година записах “докторски семестри” при него – такава беше процедурата.

Необходимо е да се изясни следният въпрос: в биографията на Емил Джаков от В. Кънев е писано, че веднага след свършването си (1931 г.) Джаков е работил във факултета като докторант по опитна физика, назначен за асистент през 1933 година. Записвал ли е докторски семестри и при кого;¹ Тогавашно аз първи или втори записан докторант в катедрата по опитна физика съм?²

Доколкото си спомням, някои асистенти (като Карабашев) използваша специализацията си в чужбина за получаване докторска степен. Джаков смяташе да направи същото (1936/7 г. Берлин), но използва работата си за хабилизационно.

След няколкогодишна работа аз получих учената степен “доктор на физическите науки” през 1940 г., като защитих дисертация на тема “Върху произхода на електро-движещата сила при фотоволтаичните ефекти”. В защитата влизаше и устно изложение по тема от друга катедра – такава тема ми бе дадена от катедрата по астрономия – “Съвременното състояние на въпроса за еволюцията на звездите”. С това аз бях първият, защитил и получил докторат при катедрата по опитна физика.

Изобщо доктор по физическите науки от Софийския университет аз съм втори – първи през 1938 година получи тази степен Любомир Кръстанов, но той беше докторант и получи тази степен от катедрата по физикохимия при проф. Иван Странски.

Съгласно тогавашните правила защитата бе формално утвърдена от Академическия съвет. Тя бе публично защитена пред факултетния съвет, но диплома се издаваше само след депозиране 200 печатни екземпляри от дисертацията. Това направих и до края на 1940 г. получих и дипломата си. Докторската степен даваше само звание и квалификация, но никакви материални или други облаги.

Още една бележка по отношение на процедурата: помолих Министерството на народното просвещение да ми бъде продължена стипендията с още една година за тези докторски семестри, но ми бе отказано – лично имах среща с министъра д-р Ат. Бояджиев – защото “докторатът е лукс и не е необходим”! За да мога да работя по дисертацията си, баща ми, който беше учител – пенсионер, постъпи на работа във фабриката за фотохартия на братя Баеви, но това вече е друг въпрос.

Биографично: през 1933/34 г. бях докторант при катедрата по опитна физика, през 1934/35 стажант – учител в III Софийска мъжка гимназия, държавен изпит за учителска правоспособност положих през януари 1936 година, от март 1936 до март 1937 бях учител в IV Софийска мъжка гимназия и едва от април 1937 година, когато

¹ Е. Джаков се записва за докторант през 1931 г. (вж. Светът на физиката, 1999, № 2, 130-134) – бел. ред.

² Първите записани докторанти са през 1931 година: Любомир Кръстанов, Е. Джаков и Димитър Бакалов – бел. ред.

се освободи място в катедрата по опитна физика (след напускането на Сеизов) бях назначен асистент по опитна физика при проф. Наджаков.

И така, в катедрата по опитна физика прекарах (до 9.IX.1944 г.) 8 години – една като докторант, три като “свободен сътрудник” – няма такова понятие, но постоянно работих там върху дисертацията си – и 4 като асистент. От 1941 година, следвайки някои мои по-раншни и тогавашни увлечения, бях назначен за асистент по астрономия, като се надявах да използвам физическата си квалификация за астрофизически изследвания, главно по фотоелектрична фотометрия. Но през 1946 г. напуснах тази катедра и станах първият щатен сътрудник в новоосновения физически институт на БАН, където в 1947 година станах старши научен сътрудник, през 1961 г. професор, и откъдето се пенсионирах след 30-годишна служба в него през 1976 година.

Връзката ми с катедрата по опитна физика продължи и след това. Като хоноруван доцент (званието доцент получих през 1946 г. във Висшето техническо училище Русе) съм чел лекции по физика на Биолого – геолого – географския факултет (1950-53), а също съм замествал в някои лекции и най-вече 2 или 3 години в провеждане на изпитите проф. Наджаков (твърде зает като ректор на Университета, подпредседател на БАН и пр.). През 1954-56³ г. съм чел в катедрата специални курсове (първите у нас) по фотоелектрични явления и по полупроводникови уреди.

* * *

В организационно отношение през 1933-1941 година катедрата по опитна физика се възглавяваше от един завеждащ – редовен професор, заемащ това място с конкурс. Такъв до 1937 г. беше Ал. Христов, а след това – Г. Наджаков. Конкурс за хабилиране (само с една, но твърде значителна работа!) се обявяваше за доцент, а повишаването му за извънреден професор ставаше само с рецензии, без конкурс. В катедрата имаше и един извънреден професор – Наджаков (доцент от 1927 г., извънреден професор от 1932 г.), след заемане на катедрата на негово място за доцент бе избран (от 1939 г.) Емил Джаков.

Не ми е ясно дали проф. Пенчев се е числил към катедрата по опитна физика, а също и проф. Райнов (метеорология). До кога е имало само една катедра по физика и откога са станали две или три (теоретична физика, специална физика и метеорология). През 1939 г. Елисавета Карамихайлова бе избрана за доцент в катедрата по “специална физика и метеорология” – значи вече е имало такава. Но къде и до кога е бил проф. Пенчев? От кога проф. Райнов не се е водил в катедрата по опитна физика?

Асистентите в катедрата са били според мен винаги 5 – при постъпването ми като студент (1929 г.) това бяха С. Иванов, Ст. Петров, П. Паунов, К. Сеизов и В. Постомпирова. До завършването ми (1933 г.) са напуснали Ст. Петров и В. Постомпирова. През 1933 и до 1937 асистенти бяха К. Сеизов, С. Иванов, П. Паунов, Ем. Джаков и

³ Р. Андрейчин чете “Фотоелектрични явления” през периода 1956/7 – 1958/9 (вж. Разпис на лекциите, Софийски държавен университет, София, Унив. печ., 1956, 1958) – бел. ред.

Н. Карабашев. Едва през 1937 г., след напускане на Сеизов (стана директор на Университетската библиотека) се освободи място и бях назначен аз. След избирането на Ем. Джаков за доцент и добитото по някакъв начин разширение, през 1939 г. бяха назначени за асистенти В. Врански и Ал. Раев, а също и Ас. Дацев (но не съм сигурен в коя катедра).

Не мога да си спомня точно датата на основаването на Политехниката, в която за професор бе назначен Саздо Иванов, и постъпилите през това време нови асистенти – дали бе преди или след моето напускане на катедрата. Струва ми се, че в биографията на Наджаков (“Бележити български физици”) по този въпрос и изобщо по някои въпроси, свързани с асистентите му, има някои неточности.

Асистентите се назначаваха по доклад (по избор и усмотрение) от ръководителя на катедрата за срок три години, след което или трябваше да напуснат, или да бъдат преназначени. Така не е бил преназначен Стоян Петров – по причини, които той най-добре би изяснил, защото между колегите (когато аз постъпих) се разказваше, че проф. Христов не го е искал и му казал, че просто е забравил да даде доклад за преназначаване. А В. Постомпирова (вече съпруга на Наджаков) не е била преназначена поради лични отношения на някои професори към Наджаков (той така казваше). Във факултета, пък и във физиката, нямаше единство. Доколкото мога да съдя, във специалността физика имаше два-три лагера: Манев-Сеизов срещу Наджаков-С. Иванов. Паунов не беше в много добри отношения с Наджаков, но не и негов враг. Доколкото зная, съперничество между Наджаков и Сеизов идва още от времето, когато е бил обявен конкурс за доцент, спечелен от Наджаков. Но с тези задкулисни истории не съм добре запознат.

Всички катедри от специалността физика образуваха “физически институт” с ръководител (уредник ...) титуляра на катедрата по опитна физика (...) – до 1937 г. Христов, след това Наджаков.⁴ Това беше по-скоро административно-стопанско звено. Водеше се инвентарна книга, книга за материалите, финансова сметка, доставка на апаратура и материали и пр. С водене на тази отчетност беше натоварен някой асистент. При постъпването ми като такъв това беше С. Иванов, а после и аз се занимавах с това. Помня особено много колко голяма работа беше (около 1938 г. мисля) за привеждане в ред инвентара, за списъци на унищожено и бракувано, за преписване в нови книги (това направихме С. Иванов и аз); тогава бяха доставени и пишешци машини. Около това време бе станал и един от няколкото пожара в зданието на факултета (пострада най-горният етаж и една наша лаборатория). Това причини трудности и улесни някои неща по слагане в ред инвентарните списъци.

Материалната база беше много бедна, за което ще стане дума по-нататък. Директорът на физическия институт се грижеше за доставката на нови апарати, инструменти, материали. От чужбина се доставяха чрез представителите на фирмите (плащани в левове) и само по поръчка чрез тях. Имаше няколко такива, с които работехме. По

⁴ Уредникът на физическия институт се избира ежегодно от Факултетния съвет до 1944 г. – бел. ред.



нареждане на проф. Наджаков инструменти и материали се купуваха само от асистентите, а пристигналите от чужбина апарати се преглеждаха на митницата (там се отваряха) от С. Иванов, после от мен. Някога сме били и двамата заедно.

Физическият институт се помещаваше на втория етаж в зданието на Московска 49. Помещенията в института бяха разпределени по хората, но не мога да си спомня кои ползваха стаите No 1 и 2. Струва ми се, че в 2 беше Пенчев, а в 1? Първоначално мисля, че Паунов беше в 3, а в 4 се влизаше през 3, впрочем, тя беше също на Пенчев. Никой друг там не влизаше. Наджаков беше в 7, а библиотеката – в 5; после библиотеката се премести в 3, а Наджаков в 5. Но къде бяха тогава Пенчев, Паунов, а после –

и Джаков, не помня. Сеизов си стоеше в лабораторията. Карабашев – мисля, че беше при С. Иванов. Впрочем имаше някакво разширение (надстройка и пристройка) и стаята на С. Иванов стана по-голяма. Но мисля, че Карабашев после не беше там.

В началото половин година работих при проф. Наджаков в неговата стая, после в едно помещение в мазето, а след това бяхме заедно със С. Иванов. Но дали и Карабашев беше за известно време в същата стая, не помня. А къде бяха новите асистенти след 1939 г., съм забравил.

Упражненията за физици се водеха в лабораторията по физика и присъединената към нея стая. Тези за математици и химици – в съответната лаборатория. За специалните упражнения по физика имаше лаборатория на четвъртия етаж – първата вляво, останалите стаи там бяха на химията. Упражненията по физика за студенти от “новите факултети” се водеха в лаборатория в съседното здание (на Медицински факултет).

Лекциите се четяха (Христов, Пенчев, Наджаков, Райнов) във физическата аудитория (след 9.IX наречена аудитория Каляшки). Свързано с нея беше малкото помещение за подготовка на демонстрациите (препараториум), а през него се влизаше в сбирката на апарати за демонстрации.

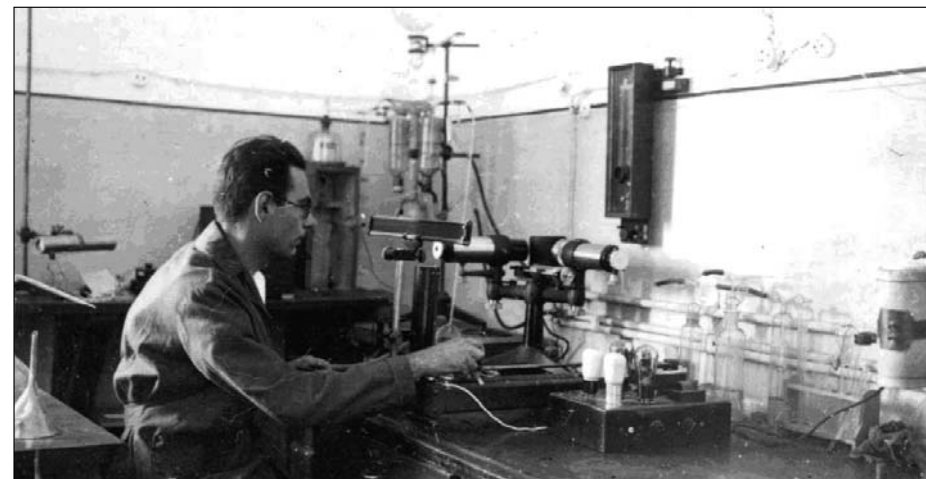
Демонстрациите към лекциите бяха доста много, добре, ясно и нагледно извърш-

вани и смятам, че в това отношение лекциите бяха на по-високо ниво от много сегашни. Демонстратори на Христов бяха Ст. Петров и след него Карабашев (на Пенчев не помня), на Наджаков – С. Иванов и от 1938 г. двамата с него или аз.

Кога физическият институт получи “филиал” на ул. Шипка, където доц. Карамихайлова уреди лаборатории и където около 1950-52 и аз четох лекции (и се водеха упражнения) за студенти от БГТ, не помня.

Въпреки лошата материална база, в катедрата се вършеше значителна научно-изследователска работа. Нямаше обаче единство в проблематиката и насоченост в изследванията. Всеки си бе избрал тематика по свой личен вкус, или по-скоро според това, с което би могло да се работи. И сам проф. Наджаков разказваше, че е започнал изследвания по електрометрия (а те после станаха едно от основните му направления и със приноси в световно ниво) само защото, когато е постъпил в катедрата, е имало годин за работа само квадрантен електрометър. А неговите изследвания по диелектрици, по фотопроводимост на сярата и откритието на фотоелектретното състояние са дошли като резултат от това – от това, че тези изследвания са правени със статични електрометри – оттам и избора на тематиката при специализацията му в Париж. Колкото се отнася до мен, като млад физик аз няхах своя избрана тематика, а получих такава от проф. Наджаков, за което съм му безкрайно признателен; тематика, която после стана моя основна и в която имам немалки постижения. Но това е тематика-продължение и свързана с неговата.

За тематиката, научните приноси и изследванията на проф. Наджаков е писано и се знае много. По това време той завършваше своите изследвания по електрометрите и се занимаваше и с други въпроси, свързани с това. Напр. работата му по тежки йони в атмосферата имаше за начало едно негово наблюдение, че един от проводниците за прав ток от акумулаторната батерия на факултета събира повече прах от другия. Малко



по-късно, може би поради интерес към проблемите на проф. Странски (той уреждаше редовно семинар, който проф. Наджаков и аз посещавахме), се появи работата му (и възложеното на Ст. Стефанов изследване) върху скрития образ във фотографията.

В своята хабилитационна работа, изработена в Париж, Наджаков споменава някои опити върху “ефекта на Бекерел” в сяр с воден електрод, което всъщност е поява на фотоелектродвижеща сила, без обаче тогава да се изясни това. Като тема за дисертация той ми даде по-нататъшно изследване на това и свързаните с него явления.

За работа имах само един квадрантен електромер; всичко останало трябваше да си правя сам. Тогава още нямаше работилница към катедрата и факултета (тя бе създадена по-късно, не помня коя година). Много механични части работих сам, някои бяха направени в частни работилници. За подготовка на задачата трябваше да измерваме облъчеността върху образците – оттогава у мен се появи интересът към светлинните измервания, който като оптична метрология и сега е една от главните страни на моите интереси и дейност. За целта имах само един термоелемент от Кип, но не и галванометър за измерване създадения от него ток. Беше ми възложено изработването на такъв. Единствената възможна система беше галванометър с подвижни магнити. Работейки върху това, изписах специална стоманена жица за намагнитване, сам изработих пещи за закаляване и оптически пирометър за определяне температурата им. Работата доведе до развитие на метода за високо астазиране на магнитни системи, извадки от която бяха публикувани в Годишника на Университета. Цялата работа написана представляваше още тогава готова дисертация, и после проф. Наджаков съжаляваше, че още тогава не съм я защитил, а по негово настояване тя беше оставена на страна и започна новата работа по фотоелектрични изследвания. За магнитните изследвания беше приспособено едно помещение в мазето на факултета, където магнитометърът беше поставен на солидна колона. Там работих и аз дълго време. Трябваше да усвоя методиката и получавах кварцови нишки с диаметър само няколко микрометра (с горелка, бързо изтегляне – стрела от арбалет и пр.).

По-нататък продължих изследванията (вече в стаята при С. Иванов) върху “ефекта на Бекерел”, което с твърди електроди доведе до откриването и изследването на контактно-потенциалния фотоволтаичен ефект (ефекта на Наджаков – Андрейчин). Това бе предмет на моята дисертация и на няколко статии в Годишника на Университета и другаде. То бе и отправна точка на моите изследвания и във Физическия институт на Българската академия на науките, основа на работите ми по фотоволтаични явления, фотоприемници, стъклообразни полупроводници, оптична метрология вече след 9.IX в БАН.

По време, когато аз работех по тази тема, Наджаков продължаваше работата си по фотополаризация в аналогични твърди образци от сяр, което доведе до откритието на фотоелектретното състояние. Макар че тази тематика беше най-близко до моите изследвания, по-късно (не помня годините, може би и след моето напускане катедрата, може би и поради прекъсване на работата по тези въпроси и пр.) тя бе продължена от Павел Марков и Н. Кашукеев, а аз останах да се занимавам с фотоволтаичните

ефекти. След 1960 година, когато открих фотоелектретно състояние в стъклообразни полупроводници, аз подхвапах и тази тематика, в която имам добри резултати, особено свързани с метрологията и със зонната структура на тези полупроводници.

По това време проф. Александър Христов бе отдавна престанал да работи научно – неговите последни работи по абсорбция и пр. на разтвори са от преди 1920 г. Някъде около 1935-36 г. той се заинтересува от разпределение на температурата по слънчевия диск. Посредством топене на масла и лой върху тънки (целофанови) ципи, той построи огледален телескоп (Ø40 см), монтира го в двора на факултета и правеше изследвания върху това.

Проф. Пенчев работеше нещо (не ни беше известно точно какво), но последните му публикувани работи (впрочем те са само 4) са от 1922 г. Измерванията му върху радиоактивни води, които той изглежда правеше по това време, бяха тогава (за после не зная) непубликувани. Въпреки това, по студентско време, той беше за нас “главният” физик – Наджаков не ни беше известен. После най-учен и с най-големи приноси се оказа Наджаков.

* * *

За научната работа на асистентите имам следните спомени.

К. Сеизов беше известен на нас от гимназиалните учебници, по които сме учили. После той разви голяма популяризаторска дейност с учебници, статии, със списанието си “Наука за всички” и пр. Но като научен работник той беше слаб – имал е само 3-4 работи и то много преди постъпването ми като студент. Но като асистент той вършеше много добре работата си. В разглежданата епоха с научна работа изглежда, че не се е занимавал.

П. Паунов беше активен и като асистент, и като изследовател. Той беше специализирал оптика, занимаваше се с конструиране на оптикометър, изследвания върху фотоклетки и най-вече (това помня най-добре) върху светлинни явления във водата под действието на ултразвук. Изследванията на или със ултразвук бяха нови по това време и тази проблематика беше актуална.

Повечето от асистентите бяха минали през метеорологичната служба, някои работи са направили там или по тази тематика, Паунов също имаше интереси към метеорология и геофизика, както е известно, след 9.IX той стана началник на геофизична служба.

Най-старият сътрудник на проф. Наджаков беше неговият асистент Саздо Иванов. Малко преди и през време на моето асистентство той си бе поставил (или от фотоелектричната проблематика на проф. Наджаков) изследвания върху фотодиелектричен ефект. Започна с изготвяне на апаратура за високофреквентни импулси и биения, по което и направи публикации (на шега уреди му, който пицеше, наричахме “саздофон”). По-късно той стана професор в Политехниката.

Емил Джаков беше асистент (или поне оттогава го знам) от 1933 г. С какво се занимаваше точно не зная, нещо от радиотрептенията. На специализация беше 1936/37 година, а след това използва направеното там за хабилитационна работа. В последно

време се занимаваше с въпроси от технична физика и електроника, с които и продължи по-нататък като професор и академик. От “новите” асистенти към неговата тематика се присъедини Ал. Раев.

Н. Карабашев не се отличаваше с научна дейност, единственото, което знам е, че имаше някакво сътрудничество с химика проф. Баларев. Коя година беше в командировка не знам, мисля, че той получи докторат в Гьотинген.

По този начин в този период може да се резюмира, че имаше само една научна школа – тази на проф. Наджаков, със сътрудници С. Иванов, аз, Джаков и по-после тези след мене. Отделни изолирани изследвания могат да се считат тези на Паунов и може би Пенчев. Като бивши изследователи за това време бяха Христов, Сеизов и, може би, Пенчев.

След като взе катедрата, проф. Наджаков вече имаше контакт със студентите по физика. Като негов асистент аз водих част от упражненията за медици, агрономи и пр., а от 1938 г., когато той вече четеше на физици (а С. Иванов беше в командировка?) водих основните упражнения по физика (след Сеизов). Някои студенти бяха привлечени от него за специални опити, така че помагах в някои работи на тогавашните студенти М. Борисов и П. Симова по приготвяне луминофори – работа, по която и аз се бях занимавал няколко години по-рано.

* * *

Добавки

Имаше един спектроскоп-спектрограф с кварцова призма и един лабораторен спектрограф Фери. Правих доста изследвания на ултравиолетовия живачен спектър, който ми бе необходим за фотоволтаичните изследвания.

Много време бе употребено за пречистване материали (сяра и пр.) за фотоелементите. Огромна работа бе тяхното разтваряне (серовъглерод, ацетон и пр.), прекристализиране и т.н.

Как се водеше метеорологията по катедра не знам, но упражненията по този предмет се водеха от асистентите по опитна физика. Дали имаше ред не зная, но една или две години ги води Карабашев, а след това – мисля, че също две години – и аз.

Във финансово и материално отношение факултетът нямаше служители – тези служби бяха в ректората. Но към катедрите, или може би към “ФИ”, имаше прислужници, които почистваха, палеха печките (отопление с пернишки печки) и вършеха помощна работа при лабораторните и демонстрациите. Във физическата лаборатория беше бай Янко, доста стар по това време, но много добре познаващ всички уреди. Например веднъж за демонстрация имахме нужда от свирка-орган и му поръчахме да донесе “това, дето пищи” и той донесе точно това, което трябваше. Друг служител и добър майстор беше Цвятко Тишлев, но не обичаше да работи.

Не помня датите когато се откри механична работилница, която много ни помогна. От някоя година имаше и дърводелец – Георги, също така той направи много полезни неща.

Но като че ли подробностите – персонални и материални – от 1939-1941 година са ми доста объркани.

След 1941 г. подготових и сложих начало на фотометрични-фотоелектрични изследвания в астрономията, но бомбардировките в началото на 1944 г. сложиха край на това, а после постъпих във Физическия институт на Българската академия на науките, което вече не е дейност в катедрата.

Ще добавя, че около 1950 година (след като бях хоноруван доцент във Висшето техническо училище в Русе и след неговото закриване), когато замествах в някои лекции Наджаков и когато четях физика на студенти не физици, заедно с проф. Наджаков преработихме неговите записки и издадохме общ учебник по физика, първо като записки (1952), а след това (1954) и в редовен печат.

Лекциите на Наджаков (за физици) бяха сутрин от 8 часа, затова демонстрациите се подготвяха от вечерта (а по-рано тези на Александър Христов бяха рано, а тези на Наджаков след тях). Саздо Иванов оставаше с Наджаков до късно, за да ги приготви. Когато и аз се включих в това, най-често беше да работим до 22 часа и след това да си отиваме. Често се отбивахме в сладкарницата на бул. Цар Освободител (сега Руски) срещу австрийската легация да се черпим с “кадън гъбек”.

Часовете бяха много, нямаше никакви норми. През 1938/39 г. (мисля, че тогава, или следната) имах седмично по 22 часа и никога нито аз, нито някой друг е протестирал.

Тъй като “цялата физика” бе събрана във факултета, то по неволя трябваше да бъдем енциклопедисти по физическите науки. Различни консултации давахме и от различни области на физическите науки разбирахме.

Няколко примера с мене:

Като представител на физиката вземах участие в изпитите, провеждани за “очилари”, т.е. за тези, които изработват и продават очила. Мисля, че това беше организирано от М-вата на вътрешните работи и народното здраве.

След като се занимавах с магнитни измервания за първата ми работа, през 1937 г. бях привлечен като (може би единствен) специалист от проф. Кирил Попов, комуто бе възложено да измери аномалиите на магнитното поле в Бургаския залив, станали причина за няколко коработрушения. През 1937, 38 и 39 участвах в неговите измервания, като извършвах корекции на компаса и магнитните отклонения. Геодезичните определения бяха дело на асистента от Агрономическия факултет (после професор) М. Венедиков. Но тази голяма работа, в която участвах от името на катедрата, се отбелязва в история на геофизиката у нас. Също така съм бил във връзка и по някои геофизични въпроси със съответните институти.

ФЕРОФЛУИДИТЕ – ТЕЧНИТЕ МАГНИТИ¹

Кр. Якуб²

Какво ще тече в «кръвоносната» и «нервната» системи на бъдещите роботи-хуманоиди? Може би ще се използват магнитни колоиди, за да се задвижват ставите на крайниците им?

Отговорът на този въпрос е проблем на бъдещето, но самата идея за течните магнити датира още от средата на миналия век. Пионери в тази област са учените от Националната въздухоплавателна и космическа администрация на САЩ (NASA). В лабораториите по аеронавтика в рамката на програмата «Аполо» е разработен течен магнит – *ферофлуид*. Точното му предназначение в аеронавтиката е с цел да се промени ъгловата инерция при влиянието на въртенето на космическите кораби. Той става част от концепцията за изкуствена гравитация и изкуствен баланс в космоса, която принадлежи на С. Пейпъл (Stephen Papell).



Фиг. 1. С. Пейпъл

Макар че никога не е бил използван за целта, за която е създаден, и днес новият материал се прилага във въртящите се елементи на сателитите. Ферофлуидът, носи името си от латинските думи *ferum* (желязо) и *fluidum* (течен). Той е уникален, защото не са известни природно срещани магнитни течности. В действителност ферофлуидът не е течност, а колоидна стабилна суспензия от ултрафини наноразмерни частици Fe_3O_4 с размери от 1 до 100 nm, съществуващи в антикоагулантна и антиседиментна среда. Уникалността на откритието

се състои в подхода на създаването им – частиците се получават не чрез раздробяване, а чрез синтез.

Има различни химични методи за синтез на магнитни наночастици. Например, от трижелезен тетраоксид (Fe_3O_4), който може да се разглежда като смес от железен оксид (FeO) и двужелезен триоксид (Fe_2O_3). В природата той се среща като минерала магнетит. Основната формула за синтез на ферофлуид изглежда така: $2\text{FeCl}_3 + \text{FeCl}_2 + 8\text{NH}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{NH}_4\text{Cl}$ и сърфактант: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$, като

¹ Тази статия е написана от Кристиан Якуб – ученик от 10-и клас на СПГЕ “Джон Атанасов”, който извоюва 1-ви места на Ученическите конкурси за „Изработване на компютърни програми и уреди за кабинета по физика“, състояли се на 31.05.2008 г. и 28.04.2009 г.

² Искрени благодарности към проф. дфн Людмил Вацкичев, който ме подкрепи, повярва в мен и ме стимулира да се усъвършенствам.

се заменя излишният NH_4OH на повърхността на Fe_3O_4 с $\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{OH}$.

В зависимост от повърхностно активния агент, ферофлуидът може да бъде масло- или водно-базиран. При масло-базиран ферофлуид, олеиновата киселина се използва за сърфактант. Дългата верига въглеродород се залепва от всички страни към повърхността на магнетитните частици и ги държи отделно една от друга. При воден ферофлуид се използват йонни сърфактанти като tetramethylammonium hydroxide – $\text{C}_4\text{H}_{13}\text{NO}$.

Отрицателните йони хидрооксид се придържат към повърхността на магнетита и тетраметиламониевите катиони формират положително зареден слой отвън. Това значи, че магнетитните частици се държат отделно от електростатичната отблъскваща сила на заобикалящите молекули на течността.

Физичните характеристики на търговския клас ферофлуиди са:

Намагнитеност на насищане:

$B_s = 44 \text{ mT} (\pm 10\%)$

Вискозитет: $< 6 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

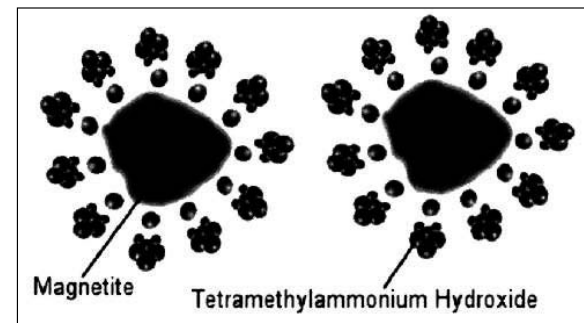
Плътност: $1,1 \text{ g/cm}^3$

Температура на кипене: $230^\circ\text{C} (\pm 10\%)$

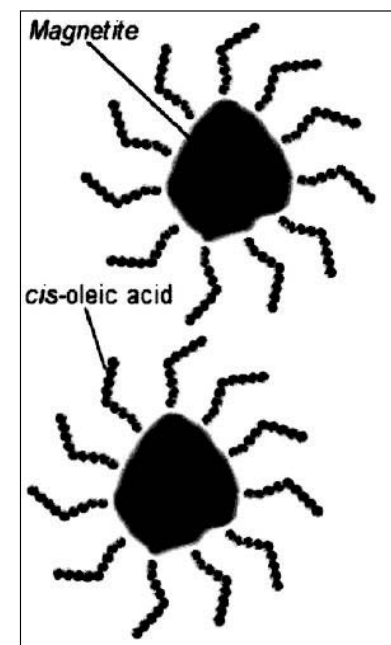
Научните експерименти с ферофлуиди не се ограничават само до желязобазирани течности. Експериментира се още и с Mn, Co, Zn, Cu, Ni.

Процентното съотношение на съставките във ферофлуида е: 5% – магнетитни частици Fe_3O_4 ; 10% – сърфактант (олеинова киселина или друго повърхностно-активно вещество); 85% – солвент (разредител) – вода или друга биологично-базирана течност.

В зависимост от предназначението, ферофлуидът бива с различни параметри. Обединените усилия на физици, химици, експериментатори



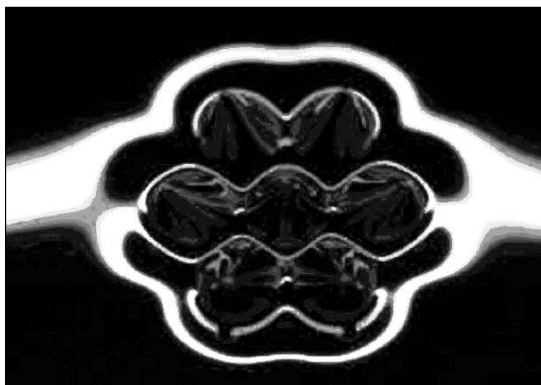
Фиг. 2. Водно базиран ферофлуид



Фиг. 3. Масло-базиран ферофлуид

и теоретици са довели до подробното разбиране на структурните и динамичните свойства на ферофлуидите. Те не са опасни или токсични и затова с тях може да се експериментира и в нелабораторни условия – например при демонстрации.

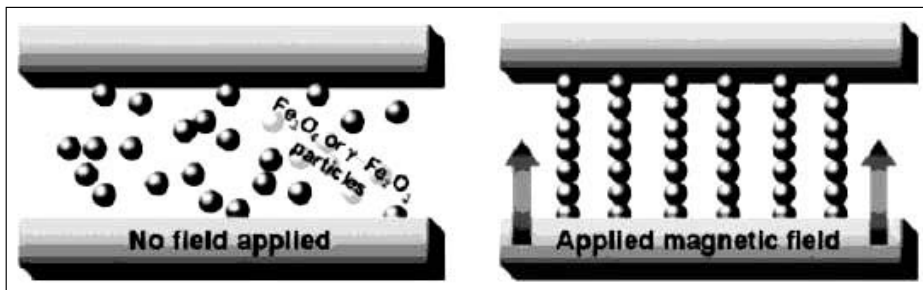
За да се изследва ферофлуидната динамика, са нужни 20-30 ml ферофлуид в стъклена чашка. Приближаваме и отдалечаваме магнит към външната страна на



Фиг. 4. Магнитно-вискозен ефект

в чашката метална форма и да се завърти в различни посоки.

В учебниците по физика има описани опити, с които се визуализират силовите линии на магнитните полета. Това може да стане по-елегантно с помощта на ферофлуид. За целта две идеално чисти стъкла се слепват заедно, разделени с фин слой ферофлуид. Поставят се на стойка вертикално. От външната страна се прилепва плътно до стъклото магнит. Насочва се силна светлина от светодиод под ъгъл спрямо стъклото (ъгълът на входящата светлина има много голям ефект). Когато магнитното поле минава паралелно на стъклото, се наблюдава изсветляване при полюсите. Всяка частица ферофлуид тук действа като независима леща и се наблюдават магнитните силови линии във видимия обхват на спектъра.



Фиг. 5. Процес на ориентиране на диполите в колоида

Следващият експеримент е практическа демонстрация на взаимодействието на трите сили – гравитация, магнитна сила и повърхностно напрежение. Един вид система на “вечно движение”. За целта шишенце с ферофлуид се завързва да виси над силен неодимов магнит. Завъртането и отклонението, наподобяващо на махало, продължава произволно дълго във времето. Интересното е, че тази система на търсене на равновесие между трите сили досега не е намерила приложение и остава като предизвикателство за учените. Допълнително може да се експериментира и с електромагнит, да се търси въздействието на температурата и т.н.

Именно експериментите на базата на ферофлуидната течност са довели до уникален брой приложения:

В медицината ферофлуидите се използват за диагностика и лечение на тежки онкологични заболявания.

За лечението на глиобластом – един от най-злокачествените тумори на мозъка, се използва методът на хипертермията. Концепцията на тази техника е следната: ферофлуидните частици се вкарват в тумора и при прилагане на променливо магнитно поле наночастиците отделят топлина, като туморните клетки се саморазрушават. Този метод се прилага успешно от д-р Андреас Джордан в болница Charite-Германия.

Медицинският ферофлуид се налага и в лечението на язви, при диагностиката на Алцхаймер и при наместването на отлепена ретина. Уникалните свойства на ферофлуида позволяват да се достига до определени вътрешни органи и да им се доставя конкретния медикамент.

Магнитната течност се използва и за пречистване и възстановяване на протеини и нуклеинови киселини, при RNK и клетъчно разделяне, при улавянето на бактерии, при сегрегация на полинуклеотиди и т.н. Използва се в биотехнологичната индустрия, като един от методите е поставяне на клетките в магнитно поле до разделянето им на избрани клетки (напр. лимфните клетки от червените кръвни клетки). Нов метод за диагностициране на рак чрез използване на ферофлуидни частици открива метастази на лимфните възли без хирургична намеса. Този магнитен резонанс разделя здравите от болните клетки.

Космическите програми винаги са били използвани от военната промишленост. Разработена е технологията “Стелт”, известна като ниско забележима технология (LO). Тя е комбинация от няколко техники. Ферофлуидът има абсорбиращи свойства – поглъща светлина и електромагнитни вълни, затова стои в основата на радар-поглъщащия материал – боя от последователно нанесени ивици от ферофлуид и немагнитни вещества.

Ферофлуидът намира място и в адаптивната оптика. Завършен е проектът на канадски учени за използването му при течните телескопи. Идеята им е да заменят живака с ферофлуид и чрез мощни електромагнити да манипулират обичайната гама оптични аберации. Предимството на магнитната течност е възможността да се постигне наклон на лещата.

Течните огледални телескопи имат живачна „лупа”. Разработва се идеен проект

(подкрепен от доста астронавти) да се направи такъв телескоп на Луната. Земната атмосфера пречупва, отразява и поглъща светлинни потоци, а от своя страна Земята и човекът със своята дейност също са източници на енергийни полета, което води до неточности в отразения образ. Отчитането на тези фактори води до заключението, че по-целесъобразно е изграждане на течен телескоп на Луната. Идеята е да се контролира формата на повърхността на течното огледало чрез помощта на магнитно поле. Върху ферофлуида се разстила много тънък сребърен слой, чрез който да се добие пълен огледален ефект. Магнитният колоид се използва за обработка и полиране на оптични лещи, както и тези на телескопа Хъбъл.

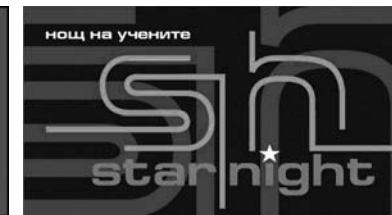
От десетилетия ферофлуидът намира място и в аудиоиндустрията. Вискозните му свойства допринасят за 100% нарастване на мощността. Той е термично стабилен и 5 пъти по-топлопроводим в сравнение с въздуха при температури от -70 до 150 °C. Понася висока влажност и затова във високоговорителите се използва за запълване на пространството под мембраната за увеличаване на резонанса.

Все повече се налага и приложението на ферофлуида в амортизаторите на колите. Чрез него активното окачване позволява корекции на всяка милисекунда. Този метод ползват Ферари, Ауди, БМВ, като за всяка от тях е разработена собствена версия. Дженерал мотърс и други автомобилни концерни разработват магнитни течности за по-богато приложение в автомобилостроенето. Разработват се дъмфери на ферофлуиден принцип на работа, които да се монтират в пералните машини, в предпазните колани и въздушните възглавници на автомобилите.

Ферофлуидите намират място и в протези на крайници, както и във високоскоростните компютърни дискове, в минната индустрия за отделяне на отпадъци, в полупроводниковата и лазерна индустрия, за течни спрейове в машиностроенето и др.

Авангардни устройства с ферофлуид са монтирани в конструкцията на моста Lake в Китай с цел противодействие на вибрациите в резултат на сеизмичната активност и поривите на вятъра. Предлага се ферофлуиди да се използват за покритие на клетъчните телефони срещу вредните излъчвания.

Ползите от магнитните течности са очевидни, а бъдещето им зависи само от идеите за тяхната технологична реализация.



Рубриката „Европейска нощ на учените 2009“ се осъществява по проекта **STAR NIGHT**, финансиран от Европейската комисия в рамките на подпрограма „Хора“ на 7 Рамкова програма на ЕС „Researchers' Night 2009“

ДОСТОЙНО ПРЕДСТАВЯНЕ НА ФИЗИЧЕСКАТА КОЛЕГИЯ В ЕВРОПЕЙСКАТА НОЩ НА УЧЕНИТЕ 2009

П. Лазарова

С подкрепата на Европейската комисия, в рамките на най-голямата програма за финансиране на научни изследвания и технологично развитие, на 25 септември 2005 г. за пета поредна година в цяла Европа се проведе „Нощ на учените“, посветена на всички, които се занимават професионално с наука, както и на младите хора, за които сега тя е магия, но и бъдеща кариера.

Целта на всички прояви в европейските страни е да се предизвика широк интерес към учените и тяхната роля за икономическото и социално развитие на обществото, както и за повишаване качеството на живот. Различните събития дават възможност на децата и техните родители да видят учените в по-различна светлина от тази, в които обществеността обикновено ги вижда и възприема – пред научна апаратура или компютри, в лаборатории и научни зали или на конференции и симпозиуми... В открит диалог с обществеността учените имат възможността да участват в дискусии и общи забави и да се покажат не само с техните професионални качества, но и с житейски умения и творчески талант.

На 25 септември 2009 г. Нощта на учените беше отбелязана с различни забавни и научни прояви в 11 български града: София, Пловдив, Русе, Стара Загора, Варна, Шумен, Ямбол, Силистра, Хасково и Димитровград. Голяма част от тях бяха свързани с Международната година на астрономията 2009, 30 години от полета в Космоса на първия български космонавт Георги Иванов, на 140-годишнината от основаването на основната и най-стара научна институция у нас – Българската академия на науките и 110-годишнината на проф. Саздо Иванов – „бащата на българската телевизия“. В

разнообразната програма в посочените по-горе градове бяха включени изложби, награждаване на победителите в обявените конкурси за млади хора, забавни демонстрации в Кабинетите по любопитство, научни шоута, прожекция на филми, музикални и поетични изпълнения на учени и т.н.

В София домакин на звездната нощ беше Техническият университет, който отвори за многобройните посетители от всички възрасти за т.нар. **кабинети по любопитство** вратите на най-новите си лаборатории със съвременни технологии за обучение на студенти и за развиване на научна дейност. Многобройни бяха посетителите пред подготовения от Кристиян Якуб Лала Гул – ученик от X клас на СПГЕ „Джон Атанасов“ – гр. София, със съдействието на Националния политехнически музей кабинет по любопитство, в който се демонстрираше едно уникално постижение на иновационната нанотехнология – *ферофлуида* – известен още като магнитна течност. Кристиян е един от победителите в ежегодния конкурс за изработване на физически уреди, организиран от Софийския клон на Съюза на физиците. А уредникът от музея – физичката Гая Русева, в друг кабинет забавляваше посетителите с ефектни опити с *луминесциращи източници* на светлина и обясняваше как светят енергоспестяващите лампи.

На чаша кафе и още нещо в **научните кафенета**, организирани от Форум Демокрит и Британски съвет България, се дискутираше по интересни и актуални теми. Най-много бяха присъстващите на научното кафене „400 години от телескопа на Галилей и..... край на света през 2012 г.“ – тема, изключително актуална на фона на тиражирания в медиите свършек на света след 3 години. Естествено, че в Международната година на астрономията не може да не се говори за историята на телескопа в астрономията и за ролята му за съвременната научна картина на света. Но сладкодумният доц. д-р Валери Голев (ръководител на катедра „Астрономия“ в СУ „Св. Кл. Охридски“, зам.-председател на Съюза на физиците в България, член на УС на Съюза на българските астрономи и основател на Софийския клуб по фантастика „Иван Ефремов“) убедително представи връзката между телескопите, развитието им през вековете и съвременните псевдонаучни кошмари и страхове на широката публика. И ако някой в залата е смятал, че свършекът на света е съвсем скоро, то доц. Голев с научни доводи доказва, че това няма да се случи.

В Световната година на астрономията и Международната година на иновациите десет ученика от СОУ «Васил Левски» в гр. Севлиево по интересен и нетрадиционен начин представиха частиците, изграждащи материята около нас и самите нас. След редица успешни представяния на европейска и българска сцена с театрални научни представления, в които съчетават забавното с науката, те предизвикаха овациите на публиката с научно-театралната постановка „Танц на елементарните частици“, класирана на първо място в раздела „Научни представления на сцена“ на проведенния през април Национален фестивал „Науката на сцена“, организиран от Съюза на физиците в България и МОН. В постановката, подготвена под ръководството на преподавателките по физика в училището Росица Конова и Стефка Джантова, по интересен начин се преплитат наука, танц и музика така, че дори едно малко дете

ще разбере какво се е получило след Големия взрив, когато започва формирането на съвременната Вселена.

Важна част от празника беше връчването на **награди на средношколци**, участвали в националните конкурси за ученици, целящи да провокират интереса им към науката. Те бяха част от проекта *STAR NIGHT* и всяка година са организират и провеждат от Клуб Млади таланти. Одобрените научни проекти от жури, съставено от водещи български учени, член на което беше проф. дфн Людмил Вацкичев, и победители в подобни конкурси, бяха представени на изложба – *Научен панаир „Знание и иновации“* и след защита на проектите пред журито бяха отличени първите три от тях с награди, подпомагащи бъдещото развитие на авторите им като млади учени, творци и откриватели. Официално получиха своите награди и победителите в конкурса за снимка на астрономичен обект „Звездоборец“ и в *литературния конкурс за есе „Науката като част от обществото на бъдещето“*. От името на СФБ проф. Л. Вацкичев връчи на победителите годишен абонамент за сп. „Светът на физиката“ – печатния орган на нашия съюз.

В постерната изложба „**Българска следа в науката**“, която Националният политехнически музей традиционно подготвя за Нощта на учените, тази година бяха включени имена на известни български учени, работили в областта на природните науки и свързани с историята на Българската академия на науките, която тази година празнува 140-годишен юбилей. В областта на *физическите науки* това са: Георги Наджаков, Никола Бонев, Емил Джаков, Милко Борисов, Христо Я. Христов; на *науките за Земята* – Георги Бончев, Иван Костов, Любомир Кръстанов, Спас Вацов, Владимир Христов, Кирил Серафимов, Димитър Мишев. Те са включени и в едноименната брошура, която беше издадена по проекта и разпространявана безплатно в Нощта на учените.

Пред широката общественост беше представен още един физик – „бащата на българската телевизия“ – дългогодишният асистент на акад. Г. Наджаков проф. Саздо Иванов, който ръководи екипа, създал Експерименталния телевизионен център в България. Като първи и най-дългогодишен ректор на МЕИ проф. С. Иванов е свързан и с историята на Техническият университет, а като автор на изобретения и рационализации – със създаване на научни и иновационни продукти и технологии. Това беше показано в подготвената отново от Националния политехнически музей изложба „**Проф. Саздо Иванов и физиката, Политехниката и телевизията в България**“, както и издадената едноименна брошура в рамките на проекта.

„**150 години от рождението на първия български астроном проф. Марин Бъчеваров**“ беше отбелязано с подготвената от Националния политехнически музей и Катедрата по астрономия при СУ „Св. Климент Охридски“ изложба. В края на XIX в. по идея на проф. М. Бъчеваров се изгражда първата астрономическа обсерватория на България – Университетската, която той ръководи заедно с основаната от него Катедра по астрономия в нашата Алма матер повече от 30 години.

В изданията от Съюза на учените в България вече четвърта година по проект „Европейска нощ на учените“ в. „**Homo Sciens**“, който също се раздава безплатно

на посетителите, както винаги са включени портрети на български физици. В тазгодишното издание са представени акад. Хр. Я. Христов, акад. Милко Борисов, проф. Митко Гогошев, първата жена астроном в България проф. д-р Малина Попова, младите учени д-р Нели Бундалеска и студентът във Физическия факултет Никола Каравасилев, в рубриката „Учени стихотворци“ е отпечатано стихотворение на доц. д-р Елена Кашчиева.

Нашата колежка Цветанка Физиева – редактор на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ представи в изложбата **„Прекрасните форми на хаоса“** авторските си картини, които представляват малка част от голяма колекция компютърно генерирани фрактали, някои от които изумително наподобяват природни явления, представители на флората и фауната и са прекрасни дори и без допълнителна обработка или съчетаване с други образи. Конкретният вид на тези фрактали е неповторим, тъй като математическите формули, които ги описват, съдържат коефициенти, една част от които са определени от автора; друга част са резултат от експериментирание с поредици от мутации, а трета част са зададени от генератор на случайни числа. Пресмятанията и изрисуването са продукти на компютъра и софтуера, заслугата на автора е в търсенето и избора на мутацията и симетрията, съчетанието на цветовете, както и в изработването на комбинирани образи. Всички картини са създадени в атмосферата и под влиянието на определена музика.

Нощта на учените в София беше изпълнена с още много събития, в които физическата колегия се представи достойно: прожекция на филм за Народните обсерватория в България; викторини; томболи; музикално-поетична вечер, в която учените разкриха многостранните си таланти; парти с учените... и с много нови знания за науката и учените. Присъствието и активното участие в тях на много млади хора (голяма част от тях ученици) е повод за оптимизъм и надежда бъдещето на страната ни, защото те са тези, които ще продължат делото на съвременните учени и техните предшественици.

Подробна информация за Европейската нощ на учените 2009 можете да намерите в Интернет сайта на проекта: http://elfe.tu-sofia.bg/star/index_bg.htm, където в рубрика „Публикации“, можете да изтеглите в pdf текстовете за кабинетите по любопитство и публикациите, посветени на Европейската нощ на учените 2009: в. „Homo Sciens“, сборника „Стъпки 2“ със стихове от български учени, брошурите, посветени на 140-годишния юбилей на БАН и 110-годишнината на проф. Саздо Иванов, както и отчетите по дейността и участието на различни клонове на съюза в проведеното мероприятие.

АРХИВИТЕ (на БАН) ПРОГОВАРЯТ

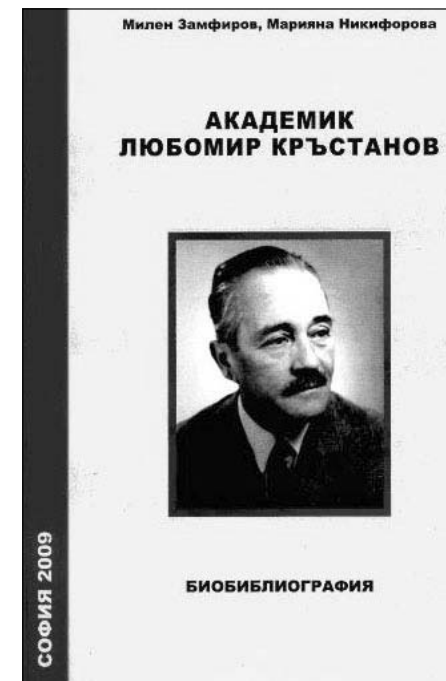
*Ако някой ме познава само по публикуваните ми работи,
той изобщо не ме познава*
Г. В. Лайбниц

Тези думи на Готфрид Вилхелм Лайбниц (1646-1716) с пълна сила се отнасят също до Декарт и Нютон, Ойлер и Лагранж, Айнщайн и Бор, Паули и Хайзенберг и още много други творци на мисълта. Лайбниц ни казва, че ако искаме да усетим пулса на една епоха, ние трябва да накараме архивите да заговорят. Както в малката водна капка се отразява цялата вселена, така и в биобиблиографията на една бележита личност се побира цялата епоха, в която тази личност е живяла и творила.

У нас практиката на архивните проучвания едва прохода, макар че архивите на научните ни институции отдавна чакат своите изследователи. Затова особено внимание заслужават усилията в тази посока на нашия млад колега н.с. д-р Милен Замфиров. Неотдавна той публикува своята разработка **“Човекът и ученият професор Рашко Зайков”** (“Светът на физиката”, 2/2008, сс 178-195). Последва я неговата статия **“Акад. Любомир Кръстанов – 100 години от раждането на изтъкнатия геофизик, метеоролог, физикохимик и организатор на науката”** (“Светът на физиката”, 1/2009, сс 82-96).

Читателите на списанието вероятно са забелязали, че в обем от петнайсетина страници авторът е съумял да обхване значителна част от широкомащабната дейност на акад. Любомир Кръстанов. В действителност зад тази неголяма по обем работа стои сериозно и задълбочено биобиблиографско изследване. Това проличава от издадената почти едновременно книга на Милен Замфиров и Марияна Никифорова **“АКАДЕМИК ЛЮБОМИР КРЪСТАНОВ, Биобиблиография”**, София, 2009 (220 сс.).

Учен с международен научен авторитет, изследовател, един от далновидните и успешни председатели на БАН, отличен администратор със заслуги за създаването на Научноизследователския институт по хидрология и метеорология при БАН и на Геофизичния институт при БАН, директор на тези институти, създател на Цен-



тралните лаборатории по космически и слънчево-земни въздействия, преподавател по метеорология в СУ “Св. Климент Охридски”, народен представител в IV и в V Обикновени народни събрания, член на консултативния комитет на Световната метеорологична организация и на Международната комисия по физика на облаците, чуждестранен член на АН на СССР и на Академията на науките и изкуствата в Тулуза, почетен член на Унгарската академия на науките и на Германското, Чехословашкото и Унгарското метеорологични дружества, дългогодишен редактор на сп. “Доклади на БАН”, академик Любомир Кръстанов е име, с което българската наука с право може да се гордее.

Биобиблиографията “АКАДЕМИК ЛЮБОМИР КРЪСТАНОВ” е създадена по повод 100-годишнината от рождението на изтъкнатия български учен. Тя е изработена съобразно принципите на библиографския жанр *персоналия*, но заедно с това следва особеностите и характера на научно-спомогателната библиография, тъй като неин основен адресат са специалистите и изследователите науковеди, за които предмет на научни изследвания са историята и теорията на метеорологията, хидрологията, геофизиката, физикохимията и науките за изследване на космическото пространство.

Ядрото на книгата е съставено от 4 глави:

Глава I. Публикувани трудове на академик Любомир Кръстанов;

Глава II. Документални материали от личния архив на академик Л. Кръстанов;

Глава III. Литература за академик Л. Кръстанов;

Глава IV. Публикации, цитиращи метода Кръстанов – Странски

Както личи от названията на тези глави, в тях се съдържат основни библиографски данни относно научната дейност и епистоларното творчество на акад. Кръстанов.

Основният текст се предхожда от кратък биографичен очерк за акад. Кръстанов, написан от единия от авторите (М. З). Към уводната част са отнесени също разделът *Важни дати от живота и творчеството на акад. Л. Кръстанов*, както и разделът *Обяснителни бележки*, в който читателят се въвежда в методологията, възприета от авторите.

Последните трийсетина страници в книгата са посветени на кратък фотолетопис и на справочни данни като: именен показалец, показалец на периодичните издания и на сборници, а така също на библиографските източници.

Като лаик в библиографските методи не бих си позволил да правя критични забележки, но като обикновен читател искам да обърна внимание на някои особености, които смущават “здравия разум”.

В Гл. I публикациите на акад. Кръстанов са посочени в едни случаи с името на автора най-отпред, в други авторът е посочен някъде след заглавието, а в трети той изобщо не е посочен. Като пример ще посоча само с. 37, където се срещат всичките посочени особености. Освен това в някои публикации на руски език името на автора е изписано като “Кръстанов” (напр. номера 4-6), а в други (напр. номера 60, 107, 111) то е “Крыстанов” (което е правилно от гледна точка на руската фонетика).

В Гл. V снимките на документите (дипломи и др.) не позволяват да се разчетат дата и място на издаване, а те не са посочени и в съпровождащия текст. Същото се отнася

и до снимките на хора, където не се посочват нито имената на хората, нито годината и мястото на заснемането. Предполагам, че това са липси в самите архивни материали, но положително има още хора, които биха могли да идентифицират някои от снимките.

В Гл. VI “Именният показалец” (сс. 195-200) съдържа имена и следващи ги числа. Читателят трябва доста да се порови, за да разбере, че числата са от единната номерация, възприета в главите от I до III. А нищо не би попретило това да се посочи с едно изречение веднага след заглавието “Именен показалец”.

Тези критични бележки в никакъв случай не снижават ценността на обсъжданата книга. Те са отправени по-скоро към бъдещи подобни издания, защото авторите правят смелата заявка “да бъде възстановена традицията издателството на БАН да отпечатва персонални биобиблиографски указатели на изтъкнати български учени и общественици, членове на БАН” (с. 7).

За което можем само да им пожелаем успех.

М. Бушев

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 10 лв.

Ако желаете да се абонирате:

– позвънете на телефон 0877 11 53 51 или пишете на worldofphysics@abv.bg

– във всяка пощенска станция – кат. № 1686

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

София

- Книжарницата на БАН: София 1000, ул. “15 ноември” № 1, тел. (02) 987 97 86
- Книжарницата на Математически факултет на СУ “Св. Климент Охридски”: София 1164, бул. “Джеймс Баучър” 5
- Съюз на Физиките в България, Физически факултет, СУ “Св. Климент Охридски”: София 1164, бул. “Джеймс Баучър” 5, Невенка Веселинова, GSM: 0885 812 473, e-mail: sofiiski_klon@abv.bg или Снежана Йорданова, тел. +359 2 62 76 60, e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg

Благоевград

ЮЗУ „Неофит Рилски”, ул. „Иван Михайлов” № 66

Варна

Народна Астрономическа Обсерватория и Планетариум „Николай Коперник”, Приморски парк 4

КАРЛ СЕЙГЪН И НЕГОВИЯТ СВЯТ, НАСЕЛЕН С ДЕМОНИ



Когато прочетох, че е излязла нова книга на Карл Сейгън, нито за миг не се поколебах и още в същия ден направих усилие, а всеки, който живее в София, знае, че добирването до центъра на столицата изисква именно усилие, за да я закупи. Обичам различните книжарници, харесва ми да се ровя и да намирам разни издания, ненамиращи широк или пък никакъв отзвук сред критиката, та ми се е случвало и да купя книга, която после ме е разочаровала. В случая обаче 15-те лева и 99 стотинки ги приемам като най-добре похарчените пари през последните месеци. Книгата е отпечатана от ИК „БАРД“ и излезе някъде в началото на лятото на 2009 година. Оригинално заглавие е *The Demon-Haunted World: Science as a Candle in the Dark* (Свят, населен с демони: Науката, като свещ в мрака), и излиза в САЩ през 1996 г., годината, в която Карл Сейгън умира.

За самия проф. Сейгън мисля, че не е необходимо да се казва каквото и да било. Популярността му отдавна е надхвърлила географските и политически граници, като наред с научните си приноси в мисиите „Маринър“, „Викинг“, „Вояджер“ и „Галилео“, К. Сейгън дава принос и в популяризирането на науката с телевизионния сериал „Космос“, който го прави световно известен.

Българското издание на книгата е в обем от 509 страници, разпределени сред 25 глави, четири от които написани в съавторство с Ан Друян.

По същество съдържанието на книгата е насочено към демистифицирането на различните митове и легенди, обгръщащи и често пъти задушавщи дадено общество. Да си призная, в началото книгата я четях трудно, но постепенно ме увличаше, като накрая няхм търпение да ѝ отделя всяка свободна минута. Вероятно трудността в началото се дължеше на стила и подхода на автора – изключително педантичен в доказателствата си, енциклопедичен в историческите факти и аргументиран при всяка своя хипотеза. Това превръща книгата в нещо като алманах или наръчник по разпознаване на заблудите, умишлено или не, разпръсквани от различни на вид и възраст „демони“.

Използвайки различни статистически данни, научни проучвания, полицейски сводки, архивни източници, психоаналитични интервюта и анкети, авторът показва (и това е хубавото в книгата – К. Сейгън не заема емоционално страна, а оставя фактите сами да се наредят и читателите самостоятелно да си правят изводите), че днешният

човек, чийто живот е потопен в информационен океан, всъщност е в положението на Лаокоон, който намира смъртта си, задушаван и отровен от огромни змии. Та, използвайки различни късчета информация и подобно на играч на Сокобан, тръгвайки още от семантичния анализ на думата „демони“, К. Сейгън подрежда като един огромен пъзел една доста инфернална картина. В различните глави се анализират психологическото влияние върху хората на религията, извънземните похищения, житните фигури, халюцинациите, отвлеченията от извънземни и т.н. С изключение на много модната тенденция в американската психоанализа (също подробно анализирана), която се занимава с терапия на отвлечени, изследвани, измъчвани и накрая върнати земляни от извънземни, всички останали заблуди спокойно намират и български аналог. Да не забравяме, че един български професор по физика прави експерименти и „доказва“ паметта на водата, а друг, заместник-директор на институт на БАН, пропагандира наличието на извънземни и то „разпростиращи се“ лятно време към нашето Черно море. Това е така, понеже заблудата и мистификацията не са нещо симптоматично, а са направо синдроматично, и като такива обхващат не само една страна.

Всяка глава е посветена на дадена заблуда, а фактите, които са представени, са безспорни, разгледани са източниците и всеки би могъл да ги провери.

Логично, последните глави са посветени на вариантите за изход от тази задушаваша обстановка. Естествено пътищата не са много и могат да се сведат до един главен път – образованието. (Може би по-правилно е да се каже, че не е и главен път, ами пътечка. Сещам се затова, покрай един случай – преди години с един приятел слушахме песента на AC/DC *Highway to Hell*. Та според въпросния приятел, заглавието си е в реда на нещата – за да стигне човек до Рая, трябва да върви по много трудни и трънливи пътеки, малцина могат да го направят, а за Ада нещата са прости и лесни и всеки може да попадне там – та затова има не път, ами магистрала до Ада, за да поема огромния пътникопоток. Та така и с нашето образование – пътеки малко, магистрали много.)

В главите „Няма глупави въпроси“ и „Пожар въщи“ К. Сейгън прави анализ на американската образователна система (полезно би било прочитането на тези глави от поредните образователни реформатори). В тях той показва, че образованието на едно дете зависи от колективните усилия на родители и училище. „Откривам, – пише Сейгън, – че много родители се объркват, когато децата им задават научни въпроси. Защо Луната е кръгла, питат децата. Защо тревата е зелена? Какво е сънят? Колко дълбока дупка можеш да изкопаеш? Кога е рожденият ден на света? Защо имаме пръсти на краката? Твърде много родители и учители – продължава Сейгън – отговарят с раздражение и присмех или пък твърде бързо сменят темата: ‘А ти каква искаш да е Луната – квадратна?’ Децата скоро разбират, че този вид въпроси по някакъв начин дразнят възрастните. Още няколко подобни преживявания и поредното дете е загубено за науката“. А бих добавил аз, детето вече е наполовина спечелено от активистите на псевдонауката.

Та препоръката ми е – прочетете тази книга. Всеки ще открие нещо ново за себе си!

М. Замфиров

ПРОФ. ДФН АСПАРУХ ПЕТРАКИЕВ НА 75 ГОДИНИ

Аспарух Петракиев е роден на връх голяма Богородица (стар стил) през 1934 г., в с. Деков, Свищовска околия, област Плевенска. Прогимназия завършва в родното си село, а гимназия в Русе. През 1954 г. е приет за редовен студент в тогавашния Физико-математически факултет на Софийски университет и завършва през 1958 г.

Две години е преподавател по физика в Първа политехническа гимназия гр. Свищов, след което бива избран за асистент към катедра физика на Висшия институт по механизация и електрификация на селското стопанство в Русе. Под ръководството на проф. Стоян Петров започва интензивно да се занимава със спектроскопия на алкало-халогенни кристали и атомен емисионен спектрален анализ. Записва да учи химия като задочник. По покана на акад. Хр. Я. Христов, ръководител на катедра Атомна физика, Аспарух Петракиев се премества в тази катедра и организира група за изследователска и учебна работа по спектроскопия. По-късно сформира и отделна катедра по оптика и спектроскопия с две специализации, една от които по приложна оптика към инженерна физика. Паралелно става задочен аспирант по спектроскопия на плазмата в Белоруски университет в гр. Минск под ръководството на акад. М. А. Еляшевич и свободен аспирант към Института по обща и неорганична химия на Българската Академия на Науките под ръководството на чл. кор. Никола Пенчев. Подготвя две дисертации и получава научните степени кандидат на химическите науки и доктор на физико-математическите науки. Една рекапитулация на научната продукция на Аспарух Петракиев показва общ брой на публикациите около 250, от които 130 в чуждестранни и международни журналы. Общият брой на цитираните негови работи е около 380 с импакт фактор около 50. Има 12 книги и учебни пособия.

Последните 10 години преди пенсионирането си проф. Аспарух Петракиев отдава на университета „Проф. Асен Златаров“ в гр. Бургас, където 8 години завежда катедрата по физика и математика, чете няколко курса по Обща физика, Биофизика, Сензори и сензорни системи, Мултимедия и мултимедийни системи и публикува две учебни пособия и около 120 публикации в областта на екологията, биофизиката и мултимедийното обучение. Организатор е и на голяма лектория и на летни школи с изнесени общо 105 доклада.

Особено внимание заслужава активната дейност на проф. Аспарух Петракиев в Съюза на физиците. През 1982 г. той беше избран за зам. председател на Централното ръководство на Дружеството на физиците в България (сега СФБ) и заема тази длъжност в продължение на около 10 г. Под негово ръководство беше създадена и внедрителската фирма „Булфизика“, като той беше неин президент в продължение на 7 години. Той беше избран от Конгреса на Дружеството на физиците в България за почетен член, като по онова време беше най-младият почетен член. Награждаван е многократно по линия на Съюза. Последните 8 години беше председател на Бургаския клон на Съюза на физиците и също разви много широка обществена дейност.

Съюзът на Физиците в България, неговите колеги и приятели, го поздравяваме по случай 75-годишния му юбилей и му желаем здраве, дълголетие, както и да запази своята енергичност и универсални интереси още дълги години. Очакваме и нови успехи в новото му хоби – алтернативни и възобновяеми източници на енергия, а също и довършване на соларния полигон, който с много любов строи на неговото ранчо в с. Варвара.

КОНФЛИКТ В КОСМОСА Част IV

Саймън Митън

Глава 8

ПРОИЗХОД НА ХИМИЧЕСКИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

С работите си по космология Хойл стои във фокуса на общественото внимание в продължение на десетилетия. В кръговете на професионалистите обаче той е много повече ценен заради трудовете си по ядрен синтез, т.е. произход на химическите елементи, – интерес, който даже предшества изследванията му по космология. За да оценим по достойнство неговите приноси в съвременните ни знания за историята на веществото във Вселената, ние ще трябва да се върнем в Кеймбридж от 1920-те и 1930-те години.

Физиците в Кавендишката лаборатория бяха постигнали поразителни успехи в изучаването на атомното ядро, заради които спечелиха поредица от Нобелови награди. По времето, когато Фред започва научната си дейност, в Кеймбридж са налице всички компоненти, необходими за изясняване на връзката между ядрените процеси и строежа на звездите, но все още не се намира човек или група, които да са в състояние да сглобят отделните фрагменти. Това е следствие от организацията на университетската работа по онова време, поради която астрономията и физиката практически са разделени. Астрономията е част от програмата за обучение в продължение на векове и затова има значително по-висок престиж от физиката, която тогава има едва 50-годишно съществуване като самостоятелен предмет в университета.

През осемнайсетия и деветнайсетия векове химиците са изолирали елементите до степен, когато Джон Далтон (1766-1844) е съумял да създаде приемлива теория на атома. В Санкт Петербург Дмитри Менделеев (1834-1907) забелязва сходствата и закономерностите между известните тогава 63 елемента и през 1869 ги систематизира в Периодична таблица на елементите. В Кавендиш Дж. Дж. Томсън открива през 1897 електрона, а през 1911 Ръдърфорд открива ядрото, с което потвърждава схващанията за строежа на атомите. През 1932 Джеймс Чадуик разпознава неутрона. Приносите на Франсис Астън (1877-1945) му донасят Нобеловата награда по химия за 1922. Младият Хойл понякога виждал лауреата, който е бил в Тринити – колежът, разположен непосредствено до Св. Джон.

Когато разглеждаме елементите, както са подредени в периодичната таблица, стъпката от един елемент към следващия означава увеличаване с единица на протоните в ядрото. Например въглеродът има шест протона, докато следващият елемент, азотът, има седем. Броят на протоните в едно ядро се нарича атомен номер. Всяко ядро, с изключение на водорода, съдържа също неутрони. Общият брой на протоните и неутроните представя атомната маса. За пример да вземем въглерода, който може да има шест, седем или осем неутрона. Тези модификации са наречени изотопи. Всички



Фред Хойл споделя някаква шега с Ричард Файнман през 1957 в Калтех (Калифорнийски технологичен институт)

те имат атомен номер 6, но атомните им маси са съответно 12, 13 и 14. За краткост е прието тези изотопи да се наричат въглерод-12, въглерод-13 и въглерод-14 (в ядрената физика те се означават като ^{12}C , ^{13}C и ^{14}C). Тук ще използваме тези означения и за изотопите на другите елементи, като берилий-8, кислород-16 и т.н.

Английският химик Уилям Праут (1785-1850) е първият съвременен учен, който задава въпроса: “Какъв е произходът на химическите елементи?” През 1815 той публикува своя хипотеза, съгласно която относителната маса на всеки атом е точно кратна на масата на водородния атом. Откритието на изотопите през двадесетия век потвърди тази идея. През следващата година той допуска, че всички елементи се образуват от водород посредством някакъв процес на кондензация. Хипотезата на Праут заинтригувала Едингтън, който приел, че всички елементи са изградени от водород посредством някакъв неизвестен процес. В популярния си обзор *Звезди и атоми*, който Хойл прочел през 1927, Едингтън предполага, че четири водородни атома могат да се слейт и да образуват хелий, при което от загубата на маса да се отдели енергия. По-късно в публикацията си от 1935 *Нови пътища в науката* Едингтън отива още по-далеч, като допуска, че изкуственото превръщане на елементите, което физиците в Кавендишката лаборатория осъществили посредством бомбардиране на ядра с протони, би могло да възниква и в звездите. Хойл познавал тези идеи на Едингтън.

Към края на 1945 астрофизиците установяват, че главни съставни части на веществото в нормалните звезди са водородът и хелият. В случая на Слънцето по-тежките елементи съставят само 2 процента от масата му. По време на войната ядрената физика беше направила огромни крачки напред. Бяха натрупани много данни за свойствата на отделните ядра, а професионалните ядрени физици бяха много стотици. През периода 1945-1950 астрофизиците започнаха да изучават произхода на химичните елементи, които са по-тежки от хелия. Ферми, Едуард Телър (така нареченият баща на водородната бомба), Гамов, Алфер и Пайерлс се заемат да изготвят елементи от основни ингредиенти: протони, неутрони и електрони. Техните малко различаващи се подходи изискват голям и интензивен източник на неутрони, за които те предполагат, че са съществували от началото на Вселената в първичния атом на Льомер. Според тяхното предположение в най-ранните мигове на Вселената огромен поток от неутрони бързо е построил все по-тежки елементи посредством многократно добавяне на неутрони към отделните ядра.

Междувременно геолозите и астрофизиците бяха успели да създадат таблица на относителното съдържание на химически елементи в земната кора и в звездните атмосфери. Тази таблица на химическия състав може да се разглежда като розетски

камък¹ за ядрената астрофизика. Тя показва, че в цялата галактика доминират почти едни и същи пропорции на най-разпространените елементи като въглерод, кислород, азот, неон, желязо и т.н. Очевидно химическите елементи са имали общ произход. Основният въпрос обаче е къде и как природата е създала елементите и техните изотопи в пропорциите, които наблюдаваме навсякъде около нас. Защо желязото е в голямо количество, а златото, елемент 79, е толкова рядко и въпреки това, на три места по-нататък, там където е номер 82, ние намираме оловото – най-разпространеният обикновен метал? Защо литият и берилият са извънредно редки? Защо има постоянно намаляване на количествата заедно с атомния номер – от въглерода (атомен номер 6) до калция (20)? Защо има изобилни количества елементи с атомни номера в съседство с желязото (26) и никела (28)?

Всички изследователи, които се опитват да съгледват елементите във фурната на огромен горещ взрив, бързо се натъкват на непреодолим проблем. В природата не съществуват стабилни изотопи с атомна маса 5 или 8. Това е решаващ въпрос: сблъсък на хелий с неутрон или с друг хелиев атом не създава ядро, което живее достатъчно дълго, за да участва в следваща ядрена реакция. Поради това мнозина се отказват от този подход, макар че Гамов и Алфер, водени от интереса си към физиката на Големия взрив, не се отказват и в крайна сметка, към 1950, изнамират начин да преодолеят препятствието. Фред обаче, който не може да приеме идеите на Големия взрив, вече ги е изпреварил.

През 1945 Хойл допуска, че залавянето на неутрони през първите минути на една вселена с Голям взрив не би могло да се осъществи поради празнотите при атомни маси 5 и 8. Той също подчертава факта, че макар разпределението на химическите елементи да е приблизително равномерно в цялата Галактика, съществуват вариации за различните звезди. Ако някои от елементите са в различни количества при различните звезди, тогава това със сигурност би означавало, че те нямат първичен произход. Тъй като на този етап е било прието, че звездите превръщат водородните ядра в хелий, защо да не допуснем, че те също могат да превръщат хелия в по-тежки елементи посредством реакции с неутрони и протони?

Изучавайки таблиците за разпространеност, той прави съществен извод от значителното увеличение на елементи около желязото, известно сред физиците като “железен пик”. Опирайки се на солидния си опит в ядрената физика и в статистическата физика, той прави заключението, че ядрата на желязото трябва да са били създадени при много високи температури, около 3 милиарда градуса, във вътрешностите на звездите. По този начин той стига до общия извод, че практически всички химически елементи трябва да са се образували в дълбоките недра на звездите, но при различни физически условия. За този извод много му помогнало обсъждането с Валтер Бааде през 1944, който с умелия подбор на статии върху свръхнови му помага да достигне “за пръв път до идеята за това колко многократно по-високи могат да са звездните температури и налягания през последните стадии на звездната еволюция”.

Към март 1945, следвайки някои от идеите на Едингтън, Хойл концентрира усилията си върху синтеза на елементи в звездите. За историческа справка е важно да

отбележим, че както Гамовият модел на горещата вселена и Големия взрив, така и стационарната теория все още са въпрос на бъдеще. Хойл не достига до звездния ядрен синтез посредством своята стационарна теория, която би се нуждаела от алтернатива на първичния синтез, а благодарение на дълбокото си разбиране на ядрената физика, която по мнението на Бааде трябва да бъде приложена към недрата на звездите.

Като резултат от тази дискусия Хойл започва сериозно да обмисля последните етапии от звездната еволюция. И както по-късно пише:

Като продължение на публикациите ми от 1938 и 1939 относно протон-протонната верига и относно въглеродно-азотния цикъл беше напълно естествено да си задам въпроса коя може да бъде най-последната от ядрените реакции, протичащи в звездите, а не кои са били първите реакции, които да този момент привличаха вниманието на астрономите.

През февруари 1945 Хойл е възпрян от липсата на данни относно масите на ядрените изотопи. През следващия месец той се натъква в Кавендишката библиотека на ядрения физик Ото Фриш. Фриш му услужва с един декласифициран сборник на ядрените маси, изпратен му току-що от Йозеф Матаух, който е отговарял за програмата на нацистите за атомно оръжие. Въоръжен с тези безценни данни, взети от окупирания от британците Берлин, Хойл се залавя да изясни как се получават елементите до желязо в звездните недра.

Бележникът, в който Хойл записва първия вариант на идеите си за синтез на елементите, е запазен в колежа "Св. Джон". Пише направо с перодръжка с черно мастило. Поправките са много малко, което подсказва, че е преписвал от нахвърляни бележки, които обаче са загубени. Встъплението му е драматично: описание на мъглявината Рак – взривът на свръхнова, наблюдаван от китайски астрономи през 1054. Той обяснява, че това е отличен пример за разрушаване на нестабилна звезда. В черновата приема като начална маса 30 слънчеви маси, но по-късно, в публикувания в *Monthly Notices* вариант, намалява масата на 16 слънчеви маси. Веднага след това е представено изчисление на поведението на въртяща се масивна звезда, която току-що е изразходила водородните си запаси. Лишената от водородно гориво звезда трябва да се свие под собствената си тежест – процес, който увеличава температурата към центъра. С увеличаването на температурата ядрените частици добиват все по-високи скорости, което пък увеличава възможните видове ядрени реакции. Хойл изчислява, че при настъпването на колапса централната температура е 4 милиарда градуса.

Още през 1939 Ханс Бете беше предположил, че при високи температури би могла да протича ядрена реакция, при която три хелиеви ядра се сливат едновременно и създават въглерод-12. Хойл приема, че това е така и по-нататък допуска, че полученият въглерод може да послужи като изходен материал за синтез на елементи в поредица от верижни реакции. Точният механизъм за получаване на самия въглерод-12 ще бъде изяснен няколко години по-късно. Той прилага статистически подход, за да моделира

равновесието на ядрата, протоните и лъчението в кипящия ад.

В ръкописа от 1946 се съдържа умопомрачителна верижна реакция, която запълва цяла страница. Поредицата от реакции започва със синтез на кислород-16, когато въглерод-12 залавя хелиево ядро. На следващия ред кислород-16 повтаря това залавяне и образува неон-20. Веригата продължава до аргон-40, от който после се образува калций-43. В публикувания вариант Хойл като че ли загубва търпение, защото пропуска повечето от етапите, които е записал в бележника си. Коментарът му е: "Липсват достатъчно лабораторни данни, които биха позволили да се получи верижна реакция за всяка двойка стойности на [атомен номер и маса]."

Основополагащата статия в *Monthly Notices* е много по-дълга от черновата и в нея процесът на построяване на елементи се продължава до самото желязо. Комбинираната маса на всички елементи с атомни номера по-големи от този на желязото възлиза на по-малко от 1 процент от общата маса на всички елементи от лития до желязото. Така че космическата алхимия на Хойл би могла да обясни съществуването на повечето от обичайните химически елементи.

На 8 ноември 1946 Хойл прочита резюмето на статията си пред претърпаната аудитория на Кралското астрономично общество (КАО). По това време директорът на Университета с Лондонската обсерватория си поставя за цел да въведе младите си сътрудници в ежемесечните заседания на КАО. Именно така Маргарет Пейчи, бъдещата Маргарет Бърбидж, се оказва сред слушателите. Тя си спомня:

Докато слушах доклада на Фред в залата на КАО, аз изпитвах онова великолепно чувство, когато завесата на невежеството се повдига и голямото откритие е залато от ярка светлина.

През 1943 Маргарет защитава своята дисертация, в която се изучава един необикновен клас горещи звезди. По-късно до 1947 тя е заета във военна служба (определяне на разстоянията до самолети). Но идеята за синтез на елементи в звездине продължава да я владее. В по-предишна работа тя е установила, че звезди от Популацията II на Бааде имат малко метално съдържание и че спектрите на някои горещи звезди със силни и променливи магнитни полета (т.нар. звезди Ap) имат извънредно богато съдържание на някои химически елементи, поне в близост до тяхната повърхност.



Фред Хойл отваря вратата на своята двестагодишна селска къща в Кокли Мур над езерото Ълсуотър, август 1974. (Доналд Клейтън)

Това я убеждава, че тези отклонения от нормалното разпределение на химическите елементи трябва да бъдат проучени.

През 1948 Маргарет се омъжва за Джефри Бърбидж, студент-изследовател в областта на теоретичната физика; по такъв начин тя запознава с астрономията един бъдещ ентузиаст на космологията. През периода 1951-1953 двамата работят в обсерваторията Йеркис, където през пролетта на 1953 получават наблюдателно време на 205 сантиметровия телескоп в обсерваторията Макдоналд в Тексас, за да получат спектри с голяма разделителна способност на Ап звезди, така че да изяснят техния странен химически състав. Работят денонощно за получаване на данни и обработката им, преди да се върнат в Кеймбридж, Англия, където на Джефри е отпусната краткосрочна стипендия за работа в радиоастрономичната група на Мартин Райл. Там Бърбидж се запознава с известната в днешно време астрофизика на високите енергии. Заедно с това съпрузите Бърбидж, подпомогнати от прекрасните спектри, получени в обсерваторията Макдоналд, работят заедно върху изобилието на определени елементи в атмосферата на някои звезди.

На семинар в колежа Кайъс Джефри Бърбидж докладва техните удивителни резултати за една звезда, която има не само променливо магнитно поле, но и променлив спектър. В анализа си те съпоставят пропорциите на химическите елементи в тази звезда както с тези в Слънцето, така и с тези в звездата Гама Джеминорум. Полученият състав се оказва в драстично отклонение от нормата. Силицият е 10 пъти повече в тази звезда, отколкото е в Слънцето. Обратно, магнезият и калций са много малко – съответно 25 и 50 пъти по-малко в сравнение със Слънцето. Цирконият, преходен метал, се оказва 20 пъти повече от този в Слънцето. Оловото се оказва в повече спрямо Слънцето 1500 пъти! Групата от 15 елемента, която химиците наричат редки земи (от елемента 56, лантан, до елемента 71, лутеций) се оказват внушително свръхпредставени. А са наречени “редки” именно защото на Земята, а и в цялата слънчева система, са в много оскъдни количества. В конкретната звезда някои от редкоземните елементи се оказват в неимоверни количества; например лантанът е 830 пъти повече от съдържащия се в Слънцето.

Двойката млади астрофизици като че ли бяха открили звезда с ядрени реакции, които протичат на повърхността! Джефри Бърбидж повежда слушателите си през ядрената физика. Силно магнитната звезда трябва да има съответно количество петна (подобни на слънчевите). Обаче тези звездни петна се оказват със значително по-силно магнитно поле в сравнение със Слънцето. Електрично заредените частици (той е имал пред вид протоните) вероятно биха се ускорявали до извънредно високи енергии и поради това биха изменяли химическия състав на смесите при ядрените реакции. Двамата с Маргарет обаче са притеснени от липсата на лабораторни данни за сблъсъци между протони и ядра, което не позволява да бъдат оценени вероятностите за едни или други ядрени реакции.

Към края на семинара един усмихнат физик се приближава към Джефри и се представя на: Уили Фаулър, експериментатор, ядрен физик от лабораторията по лъчения Келъг в Калтех. Фаулър работи за една година в Кеймбридж като Фулбрайтов професор. Резултатите на семейство Бърбидж силно го заинтригували. Използваният

от него ускорител на частици в Калтех би могъл да изстрелва водородни и хелиеви ядра с енергии като тези на частиците в слънчевите пламъци и слънчевите петна. Той се пошегувал, че работи само с леки елементи, но Фред Хойл в Кеймбридж е работил върху синтеза на елементи с тегло до желязото. Вероятно те четиримата биха могли да се обединят и да работят върху реакциите в звездната ядрена физика. По този начин той представя семейство Бърбидж на Хойл и с това дава началото на знаменития квартет. Хойл, обаче, поради преподавателската си натовареност не може да се включи веднага в тези изследвания.

Пътуването на Фред през 1944 до Сан Диего и Маунт Уилсън му създава вкус към Калифорния, като Калтех става негов естествен избор за академичния му отпуск през 1953. Той си сътрудничи с ядрените физици в лабораторията Келъг, където се запознава с Ричард Файнман и подновява важните си контакти с астрономите от Маунт Уилсън. Тук той създава цяла мрежа от сътрудничества. Неговите лекции за дипломанти в Пасадина включват ядрен синтез на елементи в звездите – тема, която той значително е развил след статията от 1946. Четеният от него курс е наречен Експериментална космология и той е посещаван както от сътрудници на факултета, така и от персонала на обсерваторията Маунт Уилсън. Един от слушателите на курса, Уорд Уейлинг, си припомня духа на тези лекции близо половин век по-късно:

В лекциите си Хойл се опитваше да обясни по какъв начин всички елементи биха могли да се изградят от водорода в неговия модел на непрекъснатото пораждаване. Моделът му не беше популярен сред тукашните астрономи и на мен ми се струваше, че аудиторията е настроена доста враждебно и готова да задава множество неприятни въпроси.

В изложението си Хойл прави множество предположения относно свойствата на звездите, като например температурите им или количествата на различни вещества. Присъстващите астрономи се нахвърлят върху него: “Никога не сме наблюдавали нещо подобно.” Хойл отвърща на критиците: “Следващия път ще продължим по този въпрос.” После той ще разработва въпроса и ще се завърне с разработена схема, позволяваща му да заобиколи трудностите. Уейлинг е имал определено впечатление, че Хойл доразработва нещата в движение.

Когато Хойл се завръща в Кеймбридж, той скъпо заплаща за отсъствието си през два учебни срока. Неговият колеж и математическият факултет изискват от него да поеме огромен преподавателски товар. А по същото време той заедно с Мартин Шварцшилд подготвя статията върху звездната еволюция. Поради това не е в състояние да започне веднага сътрудничеството си с Бърбидж и Фаулър. Към края на лятото на 1954 договорът на Уили Фаулър за гостуващ професор изтича. Той се завръща в Пасадина и семейство Бърбидж веднага го последва в Калтех. Маргарет получава следдипломна стипендия в групата на Фаулър в Радиационната лаборатория Келъг, а Джефри е спечелил стипендията Карнеги.

Докато е в Калтех 1953, Хойл има да довърши важна работа, възникнала непосред-



Фред Хойл в новата Кавендишка лекционна зала слуша доклад. Зад него са Густав Таман и Мартин Рийс, който е наследник на Хойл като директор на Астрономическия институт. Липсата на фокус върху Рийс като че ли изразява неговото присъствие като приемник на Хойл. (Доналд Клейтън)

ството в нормални звезди “в основни линии е решен проблем” а синтезът на елементи в късния стадий на звездната еволюция е практически обяснен. Проблемът е да се запълнят междинните стъпала. Той поставя на свой сътрудник задачата да пресметне каква част от извънредно нестабилния берилий-8 може да съществува във всеки момент, когато двойки алфа частици се сблъскват и създават берилий-8, който след това бързо се разпада обратно на две алфа частици. Въоръжен с такава статистика, той навярно би могъл да изчисли каква е вероятността берилий-8 да взаимодейства с трета алфа частица, преди да се е разпаднал. Като резултат би се получила скоростта на създаване на въглерод-12.

По принципите на случайността въпросният студент се оказва единственият, който напуска Фред по средата на работата върху доктората. Това поражда проблем: кой е собственикът на интелектуалния продукт? По онова време конвенцията в Кеймбридж е, че ръководителят е подарил безвъзмездно проблема на студента. Така че проблемът остава интелектуална собственост на студента до времето, когато то/тя или независим трети автор публикува по въпроса. Това дребнаво отношение на “властите” в Кеймбридж дразни извънредно много Хойл, но на него не му остава нищо друго освен да изчаква пасивно развоя на събитията.

В Калтех Уили Фаулър назначава през 1951 като научен сътрудник Едуин Солпитър, и му поставя задача да работи върху ядрените реакции в звездите. Солпитър решава да се насочи към критичния проблем за синтез на ядра при атомни маси 5 и 8. В лабораторията на Фаулър са можели да получават берилий-8 чрез съткновения

вено от лекционния му курс: синтезът на въглерод-12. Независимо от това дали леките елементи се създават в звездите или в Големия взрив, произходът на въглерод-12 си остава загадка. Тъй като не съществува стабилен изотоп с маса 8, въглерод-12 не може да възникне от сблъсъка на ядро с осем частици и хелиево ядро с четири частици. В класическата статия на Ханс Бете от 1939 относно производството на енергия във въглеродно-азотния цикъл се наемква, че вероятно три хелиеви ядра биха могли да се сблъскат едновременно и да създадат въглерод-12. В този контекст, тъй като хелиевите ядра също са наречени алфа частици, заради откритието на радиоактивността, сливането на три от тях се нарича “троен алфа процес”.

За пръв път Хойл решава да се заеме с този проблем през 1949. Тогава той смята, че ядрената физика на енергопроизвод-

на стабилния изотоп берилий-9, при които от него се откъсва един неутрон. Солпитър забелязва една интересна особеност на ядрото на берилий-8: над нормалното си състояние то има по-устойчиво енергетично ниво. Всяко ядро има определен брой протони и неутрони, които образуват съставна система. В зависимост от обстоятелствата такава съставна система може да има различни състояния на конфигурация в зависимост от това какво количество енергия е вложено в нея. Съществуват различни начини, по които протоните и неутроните в едно ядро могат да се подредят, което води до йерархия на енергетичните нива. Ядрените физици наричат по-устойчивите енергетични нива “резонанси”.

Солпитър изчислява скоростите на реакциите за берилий-8 в неговото резонансно състояние. За свое удивление той установява, че възбудената форма на изотопа се запазва достатъчно дълго, за да може да реагира с алфа частица и да създаде мечтания въглерод-12. Фактически той оценява, че в недрата на една колапсираща звезда с пет пъти по-голяма маса от слънчевата 1 ядро на 10 милиарда ще бъде берилий-8, който да реагира до въглерод-12. Калтех изпреварва Кеймбридж.

След като изучава статията на Солпитър в *Astrophysical Journal*, Хойл повече не може да се съдържа. Солпитър получава толкова ниска скорост на реакцията, че всичките въглерод-12 би се превърнал в кислород-16 при реакцията между въглерод и алфа частица. Фред казва на сътрудниците си: “Тъй като в природата около нас е пълно с въглерод и ние самите сме живот, основан на въглерода, звездите трябва да са намерили някакъв много ефикасен начин да го произвеждат и аз започвам да го търся.”

Статията на Солпитър съдържа важна идея: тя подчертава възбуденото състояние на едно ядро – в дадения случай това на берилий-8. В момент на възбуждане Хойл се натъква на блестящо хрумване. Търсейки как да заобиколи малката скорост на реакцията на Солпитър, той се вторачва в енергетичните нива на хелия, берилия и въглерода. Задава си въпрос дали може да съществува разумна комбинация от резонансни състояния, които биха позволили реакцията да протича с много по-голяма скорост. Хойл събира масите на берилий-8 и хелий-4, а после изважда тяхната сума от масата на въглерод-12. После по знаменитата формула на Айнщайн $E = mc^2$ превръща тази малка масова разлика в енергиен добив за въглеродното ядро. Ако въглеродното ядро трябва да има възбудено състояние, което е близко до енергията, отделена от синтеза на берилий-8 и хелий-4, реакцията би протичала много живо. За да възникне необходимият резонанс, двете ядра трябва да претърпят само слаб сблъсък, така че отделената енергия да отиде в баланса на въглеродното ядро.

Тук Хойл се възползва от модела на червените гиганти, който той е разработил заедно с Шварцшилд. Така прави извод, че центърът на един червен гигант би притежавал онази комбинация на температура и плътност, която е необходима за осигуряването на идеални условия тази реакция да произвежда въглерод. Въпросът се свежда до енергетичните нива на въглеродното ядро, защото по онова време физиците от лабораторията не са знаели за никакво енергетично ниво от изисквания вид. По един небивал късмет Хойл се оказва по правилното време на правилното място, защото

лабораторията Келгъ тъкмо се е сдобила с нов ускорител, позволяващ да се прониква в най-дълбоките тайни на въглеродното ядро.

Скоро възниква възможност заедно с Уили Фаулър да проникне във въпроса за енергетичните нива на ядрото на въглерод-12. По-рано Хойл е бил поканен да говори в Калтех пред едно зимно заседание на Американското физическо общество. В момента, в който той съобщава темата на своята лекция, “Разширяващата се Вселена”, Калтех избира за място на заседанието Сити колидж, защото в Калтех няма толкова голяма аудитория, която би побрала публиката, която Хойл със сигурност би привлякъл. Преди лекцията Фаулър организира малък коктейл в чест на Хойл, с цел да го представи на старшите членове на факултета. Хойл и Фаулър се срещат и за пръв път разговарят. Фред пита какво е известно за въглерод-12, но Уили отклонява темата и вместо това го запознава с баща и син ядрени физици – шефа на лабораторията Чарли Лауритцен и неговия син Томи.

На следващата сутрин Хойл с труд овладява възбудата си, когато се отбива в Радиационната лаборатория Келгъ и влиза в кабинета на Фаулър. До този момент последният нямал никаква представа за дълбоките познания на Хойл в ядрената физика – мислел го за чудат космолог с напористо държание и странен акцент. По това време Фаулър и Лауритцен са се вгълбили в голяма системна програма за бомбардиране на всички видове ядра и не желаят да прекъсват работата си, за да угодят на британския гост, който по някаква неразбираема причина е обсебен от енергетичните състояния на въглерод-12. Фаулър настоява Хойл да обясни защо смята, че въглерод-12 има такава възбудена конфигурация. Според него и Лауритцен аргументите на Хойл са смешни. За тях е ясно, че този човек отдавна не е имал работа с ядрена физика. В продължение на много години Томи Лауритцен е събирал данни за енергетичните нива на леки ядра. Той разполага с много отдавнашни резултати за въглерод-12, получени в Корнелския университет преди войната. По едно време е подозирал, че може да има енергетично състояние на нивото, за което говори Хойл. Обаче през 1951 една група в Масачузетския технологичен институт не беше потвърдила подобно свойство и той го отхвърля.

Изправеният пред такива аргументи Хойл все пак настоява измерванията да бъдат направени отново, както често прави, когато експерименталните данни противоречат на някаква идея, загнездила се в съзнанието му. Фаулър и неговите колеги отхвърлят казаното от този смешен човечец от Йоркшир. “Ние няма да спрем важната работа, която вършим, за да търсим това състояние на въглерода. Върви си, млади човече, и повече не ни безпокой!” Важната работа на Фаулър е да провери действието на въглерод-азотния цикъл при синтеза на водород в масивни звезди и по-специално при синтеза на въглерод-13. Той също така се е задълбал в действието на протон-протонния цикъл в Слънцето. Очакванията на Хойл са неуместни. Този космолог претендира, че може да постигне нещо, което никой ядрен физик в света не би могъл – да предскаже точното енергетично ниво в едно атомно ядро.

В този момент английският гост без съмнение би трябвало тихо да се оттегли, но хората от Йоркшир имат репутацията, че не винаги се държат почтително. Хойл не

оставя на мира младшите сътрудници на лабораторията. Уорд Уейлинг, който току-що е постъпил в групата от университета Райс, намира, че Хойл говори убедително и решава да разпространи неговата идея. Фаулър започва да усеща, че ако Хойл е прав (според него твърде малко вероятно), следствията за синтеза на елементи в звездите биха били огромни. В своя претърпан от хора кабинет той събира групата си на военен съвет. Хойл, бидейки заобиколен от най-компетентните ядрени физици в света, изведнъж остро осъзнава, че би могъл да се окаже в ролята на някакъв чудак. За негов късмет ядрените физици стигат до споразумение как да направят експеримента.

Преди всичко те трябва да направят основна промяна в постановката на експеримента. Решават да пуснат в действие малък ускорител на частици, като използват спектрометъра, който по това време е прикачен към техния голям ускорител. Спектрометърът, – прибор за измерване енергията на частиците, излъчени при ядрени реакции, трябва да бъде преместен. Според живия спомен на Уейлинг това означава преместването на нещо, тежашо много тонове заради огромния магнит в него, надолу по тесен коридор, широк само метър и нещо, а после да се заобиколят два ъгъла. Поставят голяма стоманена плоча върху няколкостотин тенисни топки, прехлъзват многотонния уред върху тази платформа и задвижват цялата система. Група дипломанти трескаво пренасят смачканите тенисни топки от задния край към предния и процесията продължава.

За да получат възбуден въглерод-12, те бомбардират азот-14 с деутрони (водород-2). Това поражда реакции, от които излитат алфа частици, оставяйки възбудени ядра на въглерод-12. Чрез измерване на енергията на излъчените алфа частици, може да се установят енергетичните нива на въглерод-12. Можем да си представим Хойл като зрител, стоящ на приземния етаж на лабораторията Келгъ и наблюдаващ как Уейлинг напрегнато се труди в полутъмнина, заобиколен от кабели, трансформатори, бръмчащи вакуумни помпи и камери, към които са изстрелвани атомните ядра.

По повод този експеримент и ролята на Хойл в него съществува своеобразен фолклор. Според един вариант експериментът е траял 10 дена, а Хойл нервно крачел из полутъмната лаборатория, след което дълго мигал на яркото слънце, когато се връщал в кабинета си. В действителност експериментът е отнел близо три месеца. Освен измерването на възбуденото състояние, което Хойл търси, експериментаторите е трябвало да измерят няколко допълнителни ядрени параметъра, за да са сигурни, че резултатите са правилни. Хойл вече е обратно в Кеймбридж, когато този експеримент напълно потвърждава неговото дръзко предсказание за възбуденото състояние. Физиците от Калтех поставят името на Хойл като първи автор на доклада, приготвен от Уейлинг за лятното заседание на Американското физическо общество. Уейлинг не си спомня да е получавал някакво послание от Хойл по повод резултатите. Уили Фаулър съобщава значително по-късно, че Хойл е приел спокойно добрата новина: “Той имаше куража на убедеността”. Когато резултатът става известен, Фаулър си спомня, че:

Тогава вече ние възприехме Хойл много сериозно заради този негов триумф в предсказването на ядрено състояние от аргументи на астрофизиката. Аз поне го въз-



Сър Фред Хойл, сниман през 2000, приблизително около неговия 85-и рожден ден (Кардифски университет, Великобритания).

ват заедно много от свободното си време и често правят екскурзии до Шотландия. В автобиографията си за Нобеловата фондация² през 1983 Фаулър пише:

Фред Хойл беше второто най-голямо влияние в моя живот. Забележителното схващане за ядрен синтез беше за пръв път определено установено от Хойл през 1946. След като Уейлинг потвърди идеите на Хойл, аз станах вярващ и . . . прекарах академичен отпуск в Кеймбридж, за да работя с Хойл.

Престоят на Фаулър в Кеймбридж поставя мизансцена през 1954 за съдбовното събиране на семейство Бърбидж, Фаулър и Хойл, след като Джефри Бърбидж докладва на семинар за особените звезди в клуба Дел-скуеърд V.

По времето, когато се завръща в Кеймбридж, през май 1953, Хойл вече е развил някои следствия от своето доказателство, че във вътрешността на звездите хелият може да се превръща във въглерод. Той предвижда, че някои от обикновените елементи на Земята могат да възникват при бурни ядрени сблъсъци, като хелиеви ядра се прибавят едно след друго. Въглерод-12 плюс една алфа частица създава кислород-16. Последващи прибавяния на алфа частици създават неон-20, след това магнезий-24, силиций-28, аргон-36 и калций-40. Неговата статия в *Astrophysical Journal*, носеща заглавие "I. Синтез на елементи от въглерод до никел" е с огромен размах. Той разглежда с подробности много реакции, при които се получават елементи посредством последователно прибавяне на алфа частици. Две ядра силиций-28 вероятно биха могли да се слейт и да създадат желязо-56. Две въглеродни ядра могат при сблъсък да създадат магнезий-24. Той възнамерява тази статия да е първата от две статии. Очаква във втората да изясни синтеза на елементи от калций-40 до титан-48, така както и на

приех много сериозно и ние свършихме още много работа върху неговото състояние във въглерод-12. Така например трябваше да покажем, че резонансът не само съществува, но и че той може да се образува от три алфа частици.

Скоро Фаулър е дотолкова впечатлен от изследванията на Хойл върху звездната еволюция, че решава да вземе своя академичен годишен отпуск в Европа. В кандидатурата си по Фулбрайт той посочва института на Бор в Копенхаген като свой първи избор, а на второ място е Кеймбридж. По онова време Боровият институт е толкова популярен, че не смогва да приеме всички кандидати, но комисията Фулбрайт присъжда на Фаулър място в Кеймбридж. Впоследствие той и Хойл стават най-добри приятели, като прекарват

тежките елементи след никел. Обаче тази амбициозна програма отива на заден план, когато започва сътрудничеството му със семейство Бърбидж и Фаулър.

Хойл е идентифицирал два вида процеси, които биха могли да създават във вътрешността на звездите елементи по-тежки от хелий. Неговият първи метод, наречен "равновесен" процес за изграждането на елементи от пика около желязото, е също така експлозивен процес: необходимите температури и плътности са достижими само при експлозиите на свръхнови. Вторият път, този на алфа процеса, може да се осъществява дълбоко във вътрешността на еволюиращи масивни горещи звезди. Докато вътре в тези звезди се изграждат различни елементи, започват да протичат процеси на изграждане на други елементи. Обаче многобройните преплитания на процеси не могат да прикрият факта, че не е възможно да възникват по-тежки елементи, каквито са златото или уранът. Ядрата на елементите, които се групират около желязото в периодичната таблица, са много здраво пакетирани, което означава, че те са крайният етап на ядрените реакции, които *отделят* енергия. Да се получават от желязото по-тежки елементи е равносилно да изпомпваме вода към по-високо ниво: за тази цел се изисква *влагане* на енергия, което е невъзможно условие в една стабилна звезда, тъй като тя зависи от ядрените реакции, от които се *отделя* енергия. В сърцевината на тези трудности лежи електричното отблъскване: ядрата имат положителен електричен товар поради своите протони. Тъй като ядрата с растящ атомен номер имат все по-голям електричен заряд, две такива ядра при много голямо доближаване изпитват извънредно силно отблъскване. За да бъдат достатъчно сближени, така че да се слейт, те би трябвало да се сблъскачт почти при скоростта на светлината. Даже в най-горещите звездни вътрешности подобни скорости никога не се достигат от тежките ядра. Природата е трябвало да използва някакъв друг път.

Неутронът няма електричен заряд и това свойство му позволява да проникне в ядрата и да попадне в обсега на мощната ядрена сила – онази близкodesействаща сила, която пакетира протоните и неутроните. Хойл възнамерявал да работи върху статия, в която да изследва начините за създаване на средните и най-тежките елементи посредством последователното прибавяне на неутрони – един по един към ядрото зародиш. Понякога прибавеният неутрон може веднага да претърпи бета разпад до протон (плюс електрон), като по този начин зародишното ядро преминава едно място напред в периодичната таблица. Това щяло да бъде неговата "Статия II", която да продължи статията му за изграждане от въглерод до никел. Идеята води началото си от 1930-те години, когато тя е бързо отхвърлена, тъй като астрофизици като Едингтън не вярват, че вътрешността на звездите може да е толкова гореща, че да се вкарва неутрон в атомно ядро. (Тук Едингтън прави грешка.)

За да се синтезират по-тежки елементи посредством залавяне на неутрон, е необходим източник на неутрони. Но свободният неутрон е нестабилен: той се разпада с полувреме на живот 10 минути. Една нормална звезда, изгаряща водород, няма постоянен източник на неутрони. Хойл възнамерявал да включи освобождаваните при изгарянето на въглерод и кислород неутрони. Обаче, преди да пристъпи към тази

работа, в средата на 1953 той получава за рецензия статия, дадена за публикуване в *Astrophysical Journal*. Прочита я с удоволствие и силен интерес.

Хойл никога не е чувал името на автора – Аластър Камерон – млад канадски физик от лабораториите Чок Ривър в Онтарио, един от световните водещи изследователски центрове по ядрена енергия. Камерон се заинтересувал от построяването на елементите, след като прочел съобщение на Пол Мерил (от Маунт Уилсън), че технецият е открит в няколко червени гигантски звезди с необикновени спектри, наречени звезди от S-тип. Технецият, чийто атомен номер е 43, има 27 изотопа, но никой от тях не е стабилен. Даже най-дългоживущият технеций-98 се превръща в рутений-98 с време на полуживот 4,2 милиона години – значително по-малко от възрастта на звездите. Мерил заключава, че “звездите от S-тип по някакъв начин с течение на времето създават технеций”. Червените гиганти на Мерил синтезират технеций в движение и това стимулира Камерон да намери такъв ядрен процес, който би могъл да произведе неутрони, които са достатъчно бързи, за да не бъдат заловени. Ето за това се съобщавало в статията, която Хойл държал в ръце.

Двамата рецензенти, назначени от *Astrophysical Journal*, препоръчвали статията да бъде върната, но редакторът (С. Чандрасекар) не е уверен в това. Той знае колко дълбоко запознат с тази област е Хойл и препраща статията в Кеймбридж за трето мнение. Камерон е предложил стълкновения между въглерод-13 и хелий-4 като начин за създаване на свободни неутрони наред с кислород-16. Но двамата рецензенти твърдят, че скоростта на тази реакция е прекалено малка поради недостатъчните налични количества въглерод-13. Причината да отхвърлят статията е в това, че не приемат хипотезата на Камерон относно възможността да се създават големи количества въглерод-13 в късните етапи на звездната еволюция. Благодарение на сътрудничеството си с Шварцшилд Хойл вече е световен експерт по строеж на червени гигантски звезди. Той вече знае, че въглерод-13 може да бъде в изобилни количества в техните вътрешности, тъй като той е страничен продукт при въглерод-азотния цикъл, който доставя енергия на червените гиганти. Процесът на Камерон изисква също хелий, който се намира в изобилие в звездните недра. Това значи, че източникът на неутрони е намерен! За да произвеждат тежки елементи, неутроните на Камерон трябва да се прилепват, един след друг, към зародишното ядро на желязото. В днешно време този процес с въглерод-13 е общоприет като източник на неутрони за построяване на елементи в червени гиганти с маси, по-малки от осем пъти масата на Слънцето. От статията на Камерон Хойл научава, че неутроните могат да бъдат в изобилие в червените гигантски звезди.

Към 1954 проучването на изграждането на елементи посредством залавяне на неутрони, наричано в днешно време s-процес (от slow – бавен) се осъществява на три места: Фаулър и семейство Бърбидж са обратно в Калтех, Хойл работи сам в Кеймбридж, а Камерон продължава да се труди в Чок Ривър. Трите центъра не поддържат връзка помежду си. Фаулър, който е много по-фамилиарен с леките елементи, работи заедно с Бърбидж върху изграждането на елементи от неон-20 нагоре, а не от желязото. Хойл, поради голямата си преподавателска заетост, отделя твърде малко време на

проблема. Във всеки случай той силно се съмнява във възможностите на този процес. Камерон разполага с достатъчно данни за много от ядрата на изотопи. Той навлиза дълбоко в пресмятането на скорости на реакциите, като за целта модифицира електронни калкулатори, предназначени за счетоводна работа, да смятат за протони и ядра вместо за долари и центове. През 1955 той публикува голяма статия върху изграждането на елементи посредством бавното залавяне на неутрони – принос, който за съжаление остава недооценен от повечето историци на науката. Посредством s-процесите би могла да се изгради цяла поредица от тежки елементи, включително технеций, барий и цирконий, които Мерил е открил в атмосферите на червени гиганти от S-тип.

Хойл се завръща в Калтех едва през пролетта на 1956, когато ползва академичен отпуск за един семестър и е назначен за гостуващ професор по астрономия в Калтех. Това му позволява да прекара общо 7 месеца в Пасадина, където той работи единствено с Фаулър и семейство Бърбидж. Вкъщи преданата Барбара поддържа оживената му кореспонденция с издателите на книгите му и с БиБиСи, като заедно с това се грижи за децата им, които са на възраст 13 и 10 години. Второто му пътуване през 1956 трябва да изчака до края на септември, когато той се завръща в Пасадина заедно с Барбара и дъщерята Елизабет; междувременно синът им Джефри постъпва в училището Браянстън.

Астрофизичните изследвания заемат особено място в историята на Калтех – този малък независим университет, посветен на преподаване и изследвания в областта на науката и инженерството. Основан е през 1891. През първите 15 години действа като колеж, в който се преподават множество различни предмети. Към 1907 колежът се нуждае от обновени цели и ги получава от Джордж Елъри Хейл, който е в обсерваторията на Маунт Уилсън. Когато през същата година е избран в училищното настоятелство, той се откъсва от гимназиалния модел на обучение и дава на колежа инженерни насоки. Заедно с Хойл попечители стават Артър Нойес, виден американски химик, както и физикът Робърт Миликан. През годините на Първата световна война този триумвират е във Вашингтон, където изгражда мощна мрежа от контакти. От 1919 училището се сдобива със значителни дарения. Миликан привлича фондациите Рокфелер и Карнеги за основаването на Радиационната лаборатория Келъг. От този момент физиката става водеща за колежа. Миликан създава програма за гостуващи професори, като привлича цяла плеяда от европейски таланти. Посещенията на Айнщайн през 1931, 1932 и 1933 нанасят авангардната физика на картата на Южна Калифорния. Физическият факултет е съществено реформиран през 1949, когато особено е наблегнато на физиката на елементарните частици и е инсталиран ускорител на електрони. Към началото на 1950-те години Калтех става световен център за ядрена астрофизика.

През пролетта на 1956 Хойл се настанява в Атенеум, факултетския клуб, разположен на Хил авеню, където домашните условия почти не се различават от тези на преподавателите в Оксфорд или Кеймбридж. Хейл си представял клуба Атенеум като лондонски клуб: средиземноморска обстановка, красиви зали с антична мебелировка, елегантни работни кабинети. През 1929 дарителите осигуряват половин милион долара

за създаването на клуба. Хойл обикновено обядвал във вътрешно дворче под сенките на палмови дървета, но ако искал да посрещне гости, можел да ползва трапезарията, в която Нойес, Миликан и Хейл гледат благо към вас от портрета на стената.

Вече всичко е на мястото си за едно от най-плодотворните сътрудничества във физиката на 20 век върху проблема за произхода на химичните елементи. Публикуваната от двамата Бърбидж, Фаулър и Хойл статия става известна като B²FN. Със своите над 1300 цитирания в основната литература, по данни на Института за научна информация, това е най-често споменаваната статия на Фред Хойл. Статията започва с малка демонстрация на ерудираност – две цитирания на Шекспир:

*Именно звездите,
Звездите над нас съдбите наши управляват
("Крал Лир", действие IV, сцена 3)*

и

*Грешката, драги ми Бруте, не е в звездите ни,
А в нас самите
("Юлий Цезар", действие I, сцена 2)*

През 2002 Маргарет Бърбидж в своя лекция в Кеймбридж коментира, че тези астрологични фрагменти, включени от Уили Фаулър, са все още на мястото си. Новите наблюдения с телескопи и апаратура, която не са могли и да сънуват през 1957, непрестанно надстройват върху фундамента, заложен в B²FN, и историята продължава да се разгръща.

Последва лавина от данни и открития. Студената война постепенно утихна: в Женева беше организирана среща на ядрените сили, целяща да обедини знанията, които биха били полезни за мирното развитие на ядрената енергия. Част от приноса на Съединените щати към инициативата "атомът за мирни цели" беше разсекретяването на класифицирани данни относно реакции между нискоенергетични неутрони и широк клас от елементи. През пролетта на 1956 американските власти разсекретиха ядрените данни от тяхната втора експлозия на водородна бомба, която на 1 март 1954 беше изпарила Ениветок, остров в архипелага Бикини.

Резултатите от взривовите на бомбите бяха драматични: възникналият плътен неутронен поток беше синтезирал елементи отвъд урана. През 1949 Мария Гьоперт-Майер, работеща в лабораторията Аргон, беше съобщила за своя слоест модел на ядрото, за който през 1963 сподели Нобеловата награда. Тази теория даде възможност на ядрените астрофизици да разберат по какъв начин частиците си взаимодействат вътре в атомното ядро. Пол Мерил беше открил неустойчивия елемент технеций в звезди от S-тип и по този начин доказа, че звездите създават елементи. Наистина, спектроскопистите постоянно установяваха забележими вариации от една в друга звезда на количествата тежки елементи, което със сигурност доказва, че създаването им е свързано с разнообразието на локалните условия, а не е някакъв единен универсален

процес. Накрая през 1956 Ханс Суес и Харолд Юри публикуваха съвместна статия върху процентните съдържания на елементи, установени върху данни за метеорити; статията обединява знанията на Юри в областта на химията на метеоритите с идеите на Суес за това как да се интерпретират съдържанията на елементи. Макар че данните са използвани по доста свободен начин, пиковите в кривите на процентното съдържание стават източник на вдъхновение за квартета в Калтех.

В радиационната лаборатория Келъг Фред, Маргарет и Джеф работят в стая без прозорци, разположена до зала със стар електронен ускорител. Кабинетът на Фаулър е наблизо. Той има прозорци! Тримата астрофизици резюмират знанията си относно звездната еволюция като начало за скициране на теорията. Очевидно е, че за масивните звезди, след като веднъж водородът се е свършил, ще се оформи хелиево ядро. Съществуването на богати на въглерод звезди показва, че процесът с три алфа частици може да протича. Някои от звездите съдържат въглерод-13, което показва, че в червените гиганти може да се образува кислород-16, а заедно с него и неутрони. Оживената дискусия води до извода, че разбъркването на потоците в гигантска звезда може да смесва богато на въглерод ядро с богата на хелий черупка, при което ще се произведат неутрони. Последните могат да се прибавят, един по един, към зародишно ядро на желязото.

Фред и Джеф правят изчисленията на износени от работа калкулатори. Те установяват, че изграждането на едно голямо атомно ядро е извънредно бавен процес. След като е улучено от един неутрон, ядрото мишена би трябвало да чака стотици хиляди години за следващото добавяне. Ето защо те го наричат s-процес, т.е. бавен процес. Ако разполагат с достатъчно време, всички ядра в звездата ще се превърнат в най-тежкия елемент, който може да се създаде от такъв процес, а именно елемент 83 – бисмут. Реалният свят обаче показва, че съществува широк диапазон от ядра, които могат да бъдат изградени от s-процеса. Явно е, че процесът е затихнал много преди да е протекъл докрай. Авторите предполагат, че когато дадена звезда става червен гигант, тя губи стабилност и изхвърля външните си слоеве, обогатени от ядра на s-процес. За да подкрепят теорията си, те се нуждаят от повече данни за реалните процентни количества на тежки елементи в звездите. Джефри и Маргарет избират като възможен кандидат за изучаване ярката звезда HD46407, която показва необикновено големи количества елементи от s-процеси. Това е бариева звезда, наречена така, защото спектърът ѝ показва наличието на голямо количество барий, елемент 56. В това сътрудничество Маргарет е наблюдател, а Джефри (с надеждната помощ на Фаулър) преодолява някои препятствия и те получават наблюдателно време на Маунт Уилсън за 250-сантиметровия и 150-сантиметровия телескопи. По такъв начин те получават спектрите на HD46407, след което построяват таблица за свръхколичествата на 12 елемента, създадени при s-процеси. Това са елементи от стронций до волфрам, като тук са включени и екзотичните редки земи.

Един ден Хойл се натъкна на внушително свидетелство за наличието на s-процес. Всеки изотоп притежава определена вероятност да залавя неутрони; тази вероятност

се измерва с число, наречено “сечение на залавяне”. Сеченията се измерват, като се изучават сблъсъци в ускорители на частици. Колкото по-голямо е сечението, толкова по-вероятно е ядрото да залови неутрон. Групата беше изготвила таблица на сеченията и беше наблюдавала процентните количества на 200 изотопа, за които смятаха, че са създадени при s-процес. Линия след линия таблицата показваше огромни вариации от един изотоп към следващ, но като че ли там се криеше и нещо системно. Хойл забеляза, че тежките елементи с малки сечения са по-често срещани в природата, докато онези с големи сечения са по-редки. Точно това се предсказва от s-процеса: ако едно ядро има малко сечение, то ще просъществува много дълго време, преди да залови неутрон и да се превърне в ядро на следващия елемент. Хойл започва да умножава, на ръка, сеченията и процентните количества за всичките 200 изотопа. С много малки изключения той установява, че производението се получава удивително постоянно. Има няколко сериозни отклонения, но когато тяхната статия е публикувана, ядрените физици измерват наново отклоняващите се данни за сеченията и разбират, че те се нуждаят от корекции. Така че теорията на s-процесите беше направила сполучливи предсказания.

Въпреки постигнатия успех теорията на s-процесите не можеше да отговори на всички въпроси. В корена на проблема лежеше прекалено малката им скорост на протичане. Интервалът от време между залавянето на един неутрон и на следващ позволява да става бета разпада, при който един неутрон се разпада до протон. Богатите на неутрони ядра, каквито са тези на тория и урана, не могат да се създадат от s-процесите. Единственият начин да се заобиколи проблемът е зародишното ядро да се бомбардира с толкова бързи неутрони, че неустойчивото ядро да не може да се разпадне, преди да е принудено да погълне друг неутрон. На практика това означава да се поглъщат неутрони със скорост един на всяка секунда или даже по-бързо, а не един на всеки 100 000 години. Така Хойл и колегите му разбират, че в някои звезди трябва да протичат два съвсем различни вида процеси на залавяне на неутрони. При много бавните процеси се получават бедни на неутрони елементи, каквито са барият и цирконият, докато при бързите r-процеси (от rapid – бърз) се изграждат богати на неутрони елементи, какъвто е уранът.

Фаулър и Хойл, двамата от отбора, които най-добре се справят с ядрената физика, разработват серия от процедури за пресмятане на реакционните скорости при бързите процеси. Хойл изхожда от прибавяне на неутрони към желязо в бърза последователност и получава окуражаващи резултати. Като сравнява скоростите на реакции с процентните количества, той установява, че повечето от елементите, които са по-тежки от желязото, могат да се получават в бърз процес. Сега големият въпрос, пред който са изправени четиримата приятели, е: къде в звездната вселена би могъл да се намери толкова огромен източник на неутрони, че всяко ядро да се обстрелва по веднъж на секунда?

Данните от взривяването на водородната бомба на 1 ноември 1952 дават важна следа. Гъбовидният облак съдържаеше свръхтежки ядра с атомни номера по-големи от този на урана. Те биха могли да се създадат само от интензивен поток неутрони. Хойл вече е направил връзка между взрива на ядрена бомба и гибелта на масивна звезда при взрива на свръхнова, така че за него е много естествено да предположи,

че подобни взривове са източник на изобилни неутрони и на елементите, които са по-тежки от желязото.

Джефри Бърбидж вижда в това убедително потвърждение на идеите на Хойл относно свръхновите. През 1937 Валтер Бааде беше наблюдавал взрив на свръхнова в близка галактика, продължаващ 2 години. Бърбидж намира старите записи на Бааде в Маунт Уилсън, където се изследва светлинната крива. Яркостта беше намаляла по любопитен начин. След 55 дена тя беше намаляла наполовина, след което отново се преполовяваше през следващите 55 дена. Това приличаше много на радиоактивен разпад с време на полуживот 55 дена. Взривът на Ениветок беше синтезирал изкуствения изотоп калифорний-254 с време на полуживот 60 дена. Бърбидж се престраши: според неговото предположение разпадът на калифорний-254 е причината за отслабването на светлината в свръхновата на Бааде. Сега знаем, че това не е вярно. Гаснещата свръхнова се захранва от разпада на никел-56 и на кобалт-56. Обаче през 1957 това предположение на Джеф изиграва важна роля за сериозното възприемане на бързите процеси.

Четиримата решават да публикуват работата си като цялостна енциклопедична статия – 108 страници обем – *magnit opus* на B²FN. Те биха могли да публикуват серия от по-къси статии – една за бавните процеси, друга за бързите и т.н. Но ако бяха постъпили така, трудът им би загубил много от цялостното си въздействие. B²FN си остава статия от ключово значение. Тя определя панорамата на ядрената астрофизика, като установява граматиката и лексикона, предлага аритметиката и алгебрата. Ясно е, че детайлите ще трябва да се доразработват, ще се открият някои грешки, а данните ще се подобрят. При все това от моя гледна точка тази статия е най-важният труд по астрофизика, публикуван след края на Втората световна война до широкото разпространение на числовите компютри през 1960-те години. Някои от историците не са забелязали приноса на Ал Камерон към ядрения синтез. Работейки сам в Чок Ривър, той открива по независим път синтеза на елементи почти по същия начин. Написва вътрешен доклад, но работата му никога не е отпечатана в астрономично списание.

Относно приноса на Фред към публикувания вариант аз можах да открия в архивите само една ранна чернова относно общата динамика на бързите процеси. Ръкописът е озаглавен като раздел 16 и в публикацията съответства на раздел VII. Подозирам, че го е писал през лятото на 1956, когато се връща в Кеймбридж, но не е можел да ползва машинописни услуги, защото се е числял в академичен отпуск, така че е писал на ръка.

Уили Фаулър поема грижата за окончателния вариант на статията и за коректурите. Четиримата решават редът на авторите да бъде азбучен. Но в един известен обзор на *Science* от 1956 Хойл е поставен като първи автор.

Статията започва с изящно въведение от Хойл, след което има написано от Фаулър резюме на ядрената физика. Описани са общо осем различни процеса на ядрен синтез и отделяне на енергия. Те са: изгаряне на водород, изгаряне на хелий, троен алфа процес, равновесен процес на Хойл за изграждане на елементите около желязото, бавен процес (s-процес), бърз процес (r-процес), p-процес и x-процес.

Макар че s- и g-процесите могат да изграждат повечето тежки ядра, те все пак не могат да създадат всички тях. Някои тежки елементи имат редки изотопи, които са бедни на неутрони, каквито например са калай-112 и живак-196. Техните зародишни ядра вероятно в някакъв стадий са преситени с протони. Хойл и колегите му развиват сценарий за залавяне на протони или p-процес. Той действа в богата на водород среда и изисква температура около милиард градуса – условия, които вероятно се осъществяват при взрив на свръхнова.

B^2FH не предлага решение за изграждането на най-леките елементи – литий, берилий и бор. Всички те са извънредно чувствителни към топлината. В звездите те се разрушават. Авторите предлагат загадъчния x-процес, без да го обясняват. И хелият представлява тежък проблем. Изгарящите водород звезди, каквото е Слънцето, произвеждат огромни количества от втория най-лек елемент. Обаче още през 1955 Хойл разбира, че във Вселената има значително повече хелий, отколкото звездите могат да произведат! Съвременното обяснение на произхода на леките елементи е че те са създадени през първите няколко минути след Големия взрив. Разширяването на Вселената протичало така бързо, че те са се “замразили”, преди топлината да ги разложи.

Работата през 1956 върху B^2FH създава приятелство за цял живот между Фред Хойл и Уили Фаулър, а през май 1957 конференцията на Ватикана върху звездната еволюция ги събира. До този момент Хойл е подлагал на изпитание до крайност търпението на Кеймбриджския университет. Наложило му се да вземе безплатен отпуск, за да завърши B^2FH в Калтех. Сбирката при папата попада в средата на изпитния период, когато Хойл трябва да оцени цели купища изпитни работи. Директорът на Ватиканската обсерватория налага, непредумишлено, допълнително напрежение върху Хойл, като го моли да подготви резюме на астрофизичните изводи от конференцията. За да направи това, Хойл решава да отиде при Фаулър в Соренто. От Соренто те отиват на юг в луксозния курорт Амалфи, където Фред завършва доклада си. На обратния път Фред и Барбара Хойл взимат със себе си Джордж Льомер. Самият Фред има дълъг списък на места, които трябва да посети, и това го притеснява още повече от задължението да се върне в Кеймбридж. Барбара пази жив спомен за това пътуване:

Беше странно с тези двама мъже в колата, споделящи толкова различни гледища за космологията. Всичко беше много приятелско и докато Льомер с апетит ядеше на обяд спагети и пиеше вино, Фред си похапваше хляб и сирене. През следобеда Фред шофираше, докато Льомер дремеше на задната седалка. За пръв път срещаш духовник, който да не иска риба в петък и от когото в Италия не искаха да си заплаща яденето.

Решението на конфликта между Фред и университета идва на следващата година, когато той е избран за Плумиански професор. Подобно на всички ръководители на катедри в Кеймбридж той е освободен от лекции за началните кулсове на колежа и това значително облекчава преподавателското му натоварване. Но от друга страна скоро върху раменете му ще се стоварят големи управленчески изисквания.

За симпозиума през 1958 на Международния астрономически съюз (МАС) в Москва Фаулър организира сесия по ядрена астрофизика. Той поканва Ал Камерон да говори за s-процесите, като по този начин организира първата среща на Хойл с Камерон. Когато пристигат в Москва, съветските ядрени физици поканват Фаулър, Салпитър, Камерон и Хойл да посетят Дубна – засекретения център за ядрени оръжия на север от Москва³. Камерон разказва на дубненци за добива на фрагменти от разпада на уран-235. В Дубна четиримата са поканени на обяд от директора Игор Курчатов. Той е ключовата фигура, получила разузнавателни сведения от съветски шпиони, внедрени в проекта Манхатън, макар че гостите не са знаели за това. Те намират, че Курчатов е култивиран джентълмен от старата школа, говорещ безупречен английски. По това време той вече е против ядрените оръжия и, подобно на Хойл, пледира за прекратяване на изпитанията с ядрени оръжия.

През 1960 Хойл и Фаулър основават нова дисциплина – космохимия, макар че не Хойл, а Фаулър ще развива по-нататък този предмет. Процесът г създава тежки изотопи, които са нестабилни спрямо радиоактивен разпад, и тяхното изучаване може да позволи за изясняване хронологията на минали космически събития. Геолозите отдавна използват разпада на радиоактивен калий-40 за определяне възрастта на скалите. При образуването си скалата не съдържа никакъв аргон-40. Обаче по една от разпадните вериги на калий-40 се създава аргон-40. Като измерва пропорциите на аргон-40 и калий-40 в дадена скала, геологът може да определи кога скалата се е втвърдила. Калий-40 има време на полуживот 1,3 милиарда години и може надеждно да се използва за датиране на скали в диапазона на възрасти от 100 000 до 5 милиарда години. Хойл и Фаулър прилагат същия принцип към звездите. В своето изследване те търсят отношенията на уран-238, който се разпада до торий-232, и уран-238, който се разпада до уран-235. Използват образци от древни земни скали и успяват да покажат от получените възрасти, че уранът е създаден при взривове на свръхнови много преди образуването на Земята.

През 1958-1959 моделите на Хойл за звездната еволюция говорят за възраст 12 милиарда години на най-старите звезди в Галактиката – резултат, който той докладва на московския симпозиум на МАС. Сега вече той има достъп до компютър IBM 704, предоставен му щедро от IBM, който се стреми да развие научния пазар. Продължавайки в тази насока в сътрудничество с Фаулър, Хойл получава сходен резултат: най-старите звезди показват, че възрастта на Галактиката се намира някъде в интервала от 10 милиарда до 15 милиарда години, така че най-вероятната стойност е 12 милиарда. По-късните изследвания на школата на Фаулър потвърждават тази първа оценка, която издържа проверката на времето и остава непроменена.

Сътрудничеството с Фаулър върху ядрения синтез даже накарва Хойл за известно време да се позанимава с идеята за голям взрив на Вселената. Независимо от големия успех на B^2FH статията, все още съществуват съмнения относно произхода на най-леките елементи и по-специално на литий: той не може да се образува в звездите, така че трябва да има друг източник. През 1964, съвместно с Роджър Тейлър, Хойл

започва системно изследване на целия въпрос за първичния ядрен синтез. Точно какво е можела Вселената да сготви по време на Големия взрив? Дали това са били само водород и хелий или са могли да възникнат и други елементи? Тези въпроси прекрасно илюстрират начина, по който Хойл е подходил към изследователските проблеми. Той винаги е харесвал така да организира изследването си, че макар да е твърдо убеден в превъзходството на стационарния модел спрямо модела на взрива, все пак да провери физическите основи на конкурентния модел.

Боб Уагънър се заема с основната работа по компютеризирането на широка мрежа от ядрени реакции, които биха могли за кратко да възникнат в първичната огнена топка. Уили Фаулър започва изчерпателно изследване в любимата си насока, а Хойл плътно го следва. Тримата довеждат работата докрай. Те откриват пътища за образуване на деутерий, хелий-3 и литий-7 и правят огромно усилие, както се оказва безуспешно, да получат въглерод и азот. Отвъд тази граница Уагънър разработва огромен брой варианти, с цел да стигне до образуването на по-тежките елементи – от въглерод до никел. Тези опити се провалят, така че тримата се връщат към B^2FH с изключение на най-леките ядра. Хойл е измислил как те биха могли да се образуват при събитие, в което самият той не вярва.

С навършването на петдесетата годишнина от написването на статията B^2FH можем да смятаме, че нейното създаване е вероятно най-яркият етап в научното творчество на Фред. Трайното приятелство с Фаулър ще се окаже съществен мотив за създаването на Института по теоретична астрономия в Кеймбридж през 1967. Джефри Бърбидж ще стане лоялен привърженик на един модифициран вариант на стационарната теория, за която той продължава да се застъпва и през новото столетие. Десетина години след публикуването на B^2FH Маргарет и Джефри Бърбидж ще направят важни наблюдения върху квазарите – обекти с много голяма енергия, за които Хойл, както винаги, има свое нестандартно мнение.

Бележки на преводача

1. Черен базалтов камък, открит в Египет през 1799, носещ надписи на три езика. Първият ключ към разгадаването на египетските йероглифи.
2. През 1983 Уилям Фаулър получава Нобеловата награда по физика “за теоретичното и експерименталното изучаване на ядрените реакции, които са от значение при образуването на химичните елементи във Вселената”.
3. Тук авторът предизвиква скептичната усмивка на българския читател. Западът има още много да се учи относно някои неща, свързани с т.нар. Източен блок.

(Simon Mitton. **CONFLICT IN THE COSMOS. Fred Hoyle's life in science.** Joseph Henry Press. Washington D.C., 2005)

Подбор и превод: **М. Бушев**

АНТИ-НОБЕЛОВИ НАГРАДИ ЗА 2009 г.

Церемонията по връчване на тазгодишните Анти-Нобелови награди бе проведена на 1 октомври 2009 г. в Харвард, Сандърс Тиъър.



На тазгодишната церемония победителят за обществено здраве – д-р Елена Боднър, демонстрира нейното изобретение – сутиен, който при спешен случай може бързо да бъде превърнат в две предпазни маски за лице, едната за притежателя на сутиена и втората за друг човек. Асистиращи й Нобеловите лауреати Волфганг Кетерле (вляво), Орхан Памук и Пол Кругман (вдясно).

ЗА ФИЗИКА: Катрин Уитком (Katherine K. Whitcome) от Университета в Синсинати, САЩ, Даниел Либерман (Daniel E. Lieberman) от Харвардския Университет, САЩ и Лиза Шапиро (Liza J. Shapiro) от Тексаския Университет, САЩ, **за аналитичното обяснение защо бременните жени не дават бакшиши.**

Източник: “Fetal Load and the Evolution of Lumbar Lordosis in Bipedal Hominins,” Katherine K. Whitcome, Liza J. Shapiro & Daniel E. Lieberman, *Nature*, vol. 450, 1075-1078 (December 13, 2007). DOI:10.1038/Nature06342.

ЗА МЕДИЦИНА: Доналд Ънгър (Donald L. Unger), от Таузънд Оукс, Калифорния, САЩ, **за откриването на възможната причина за артрит на пръстите на ръцете чрез систематично пукане на пръстите на своята лява ръка и никога на дясната в продължение на повече от 60 години всекидневно.**

Източник: “Does Knuckle Cracking Lead to Arthritis of the Fingers?”, Donald L. Unger, *Arthritis and Rheumatism*, vol. 41, no. 5, 1998, pp. 949-50.

ЗА ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА: Катрин Дъглас (Catherine Douglas) и Питър Роулинсън (Peter Rowlinson) от Нюкясълския Университет, Нюкясъл-Ъпън-Тайн, Великобритания, *за намиране на доказателство, че кравите без имена дават по-малко мляко от тези, които имат имена.*

Източник: "Exploring Stock Managers' Perceptions of the Human-Animal Relationship on Dairy Farms and an Association with Milk Production," Catherine Bertenshaw [Douglas] and Peter Rowlinson, Anthrozoos, vol. 22, no. 1, March 2009, pp. 59-69. DOI: 10.2752/175303708X390473.

ЗА ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ: Елена Боднър (Elena N. Bodnar), Рафаел Лий (Raphael C. Lee) и Сандра Мариян (Sandra Marijan) от Чикаго, Илинойс, САЩ, *за изобретяването на сутиен, който при спешен случай може бързо да бъде превърнат в две предпазни маски за лице – една за притежателя на сутиена и втората за друг човек.*

Източник: U.S. patent # 7255627, granted August 14, 2007 for a "Garment Device Convertible to One or More Facemasks."

ЗА ХИМИЯ: Хавиер Моралес, Мигел Апатига и Виктор Кастаньо от Националния Свободен Университет в Мексико, *за създаването на диаманти от течност и в частност от текила.*

Източник: "Growth of Diamond Films from Tequila," Javier Morales, Miguel Apatiga and Victor M. Castano, 2008, arXiv:0806.1485.

ЗА БИОЛОГИЯ: Фумияки Тагучи (Fumiaki Taguchi), Сонг Гуфо (Song Guofu), и Жанг Гуанглеи (Zhang Guanglei) от Гимназията по медицински науки към университета Китасато в Сагамихара, Япония, *за доказването на това, че масата на кухненските отпадъци може да бъде намалена повече от 90%, чрез използването на бактерия, извлечена от фекалиите на гигантски панди.*

Източник: "Microbial Treatment of Kitchen Refuse With Enzyme-Producing Thermophilic Bacteria From Giant Panda Feces," Fumiaki Taguchia, Song Guofua, and Zhang Guanglei, Seibutsu-kogaku Kaishi, vol. 79, no 12, 2001, pp. 463-9. [and abstracted in Journal of Bioscience and Bioengineering, vol. 92, no. 6, 2001, p. 602.]

Източник: "Microbial Treatment of Food-Production Waste with Thermopile Enzyme-Producing Bacterial Flora from a Giant Panda" [in Japanese], Fumiaki Taguchi, Song Guofu, Yasunori Sugai, Hiroyasu Kudo and Akira Koikeda, Journal of the Japan Society of Waste Management Experts, vol. 14, no. 2, 2003, pp., 76-82.

ЗА МАТЕМАТИКА: Гидеон Гоно (Gideon Gono), управител на Зимбабвийската Reserve Bank, *за осигуряването на услуга в помощ на хората да се справят с широк набор от числа, вариращи от един цент до сто трилиона долара, отпечатвайки банкноти с такива стойности.*

Източник: Zimbabwe's Casino Economy – Extraordinary Measures for Extraordinary Challenges, Gideon Gono, ZPH Publishers, Harare, 2008, ISBN 978-079-743-679-4.

ЗА ЛИТЕРАТУРА: На ирландската полиция (An Garda Siochana), *за написването на повече от 50 глوبي за шофьора с най-много нарушения в страната – Prawo Jazdy – чието име на полски значи „Шофьорска книжка“.*

НАГРАДА ЗА МИР: Стивън Болиджър (Stephan Bolliger), Щефан Рос (Steffen Ross), Ларс Остерхелвер (Lars Oesterhelweg), Михаел Тали (Michael Thali) и Бийт Нубехл (Beat Kneubuehl) от Бернския Университет, Швейцария, *за определяне чрез експеримент – дали е по-добре да разбиеш пълна или празна бирена бутилка в нечия глава.*

Източник: "Are Full or Empty Beer Bottles Sturdier and Does Their Fracture-Threshold Suffice to Break the Human Skull?" Stephan A. Bolliger, Steffen Ross, Lars Oesterhelweg, Michael J. Thali and Beat P. Kneubuehl, Journal of Forensic and Legal Medicine, vol. 16, no. 3, April 2009, pp. 138-42. DOI:10.1016/j.jflm.2008.07.013.

ЗА ИКОНОМИКА: Изпълнителните директори и одиторите на четири исландски банки – Kaupthing Bank, Landsbanki, Glitnir Bank, and Central Bank of Iceland, *за демонстрацията как малки банки могат бързо да се превърнат в огромни и обратно – за показването на това, че сходни процеси могат да се случат с цяла национална икономика.*

Превод: М. Замфров, Св. Съева

НА ВНИМАНИЕТО НА БЪДЕЩИТЕ ВЕЛИКОДУШНИ И ЩЕДРИ СПОМОЩЕСТВОВАТЕЛИ НА СП. СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА

EURO

BG 82 SOMB 9130 14 25109301

BIC SOMBBGSF

MUNICIPAL BANK PLC

BRANCH DENKOGLU

ЛЕВА

IBAN: BG 03 SOMB 9130 10 25109301

BIC: SOMBBGSF

ОБЩИНСКА БАНКА

КЛОН ДЕНКОГЛУ

СЪДЪРЖАНИЕ НА ТОМ XXXII

НОБЕЛОВИ НАГРАДИ 2009

ГОДИШНИНА

– Диана Кюркчиева, Валери Голев –
Международната година на астрономията 2009 –
предизвикателства, цели и инициативи

НАУКАТА

– Кип Торн – Изкривяване на пространство-времето
(I част)
– Е. Г. Максимов – Стайна свръхпроводимост
– Х. Д. Полицер – Дилемата на авторството

– Кип Торн. Изкривяване на пространство-времето
(II част)
– Д. Динев – В търсене на изгубената симетрия
– С. Рижикова – Сеизмичност на Софийската
котловина

– Джон Мадър – От Големия взрив до Нобеловата
награда и по-нататък (Нобеловата лекция, 2006 г.)
– И. Николов – Око и зрението
– Джон Мадър – От Големия взрив до Нобеловата
награда и по-нататък (Нобелова лекция, 2006) –
II част
– Д. Динев – Химическите елементи
стават по-тежки
– Том Кибъл – Динамика на фазовите преходи
в лабораторията и във Вселената

ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

– Б. Дейвис – Накъде върви математиката?

НАУКА И ОБЩЕСТВО

– Д. Динев – Има ли полза от научните изследвания?
– Д. Бежанов – Новата мисия на науката
– Р. Файнман – Остава ли ти време да мислиш?
– Архипелазите на знанието
– Реч на президента Обама пред Националната
академия на науките
– В. Пенев – Колективният труд в науката
– Н. Велчев – Ретроспективен поглед към научно-
публикационната дейност у нас през годините
1960-1980

CONTENTS OF VOL. XXXII

NOBEL PRIZES 2009 377

ANNIVERSARY

– D. Kiurkchieva, V. Golev – 2009 –
The International Astronomy Year challenges,
aims and initiatives 1

THE SCIENCE

– Kip Thorne – Space-time distortion
(part I) 6
– E. Maximov – Room superconductivity 23
– Hugh David Politzer – The dilemma
about authorship 129
– Kip Thorne – Space-time distortion –
part II 140
– D. Dinev – Looking for the lost symmetry 150
– S. Rizhikova – Seismicity of Sofia trough 164

– John C. Mather – Nobel Lecture: From
the Big Bang to the Nobel Prize and beyond 253
– I. Nikolov – The eye and the eyesight 268
– John C. Mather – Nobel Lecture: From the
Big Bang to the Nobel Prize and Beyond –
Part II 381
– D. Dinev – The Chemical Elements
put on weight 392
– Tom Kibble – Phase-Transition Dynamics
in the Lab and the Universe 417

PHYSICS AND MATHEMATICS

– B. Davis – Where Mathematics is heading to? 166

SCIENCE AND SOCIETY

– D. Dinev – Is there any use of scientific research? 30
– D. Bejanov – The new mission of science 44
– R. Feynman – Do you have time to think? 178
– Archipelagos of knowledge 189
– The speech of President Obama before
the National Academy of Sciences 275
– V. Penev – Collective labour in science 268
– N. Velchev – A Retrospective View
on the Scientific Publishing in Bulgaria
during 1960-1980 years 428

ИСТОРИЯ

– Иван Тодоров – Еварист Галоа
– Григорий Чернявский – Златната клетка на учения
– Н. Балабанов – Краят на една хилядолетна догма
– Л. Вацкичев – Електронният Прометей
– В. Танева-Тончева – Н. Тесла – гений, изпреварил
своето време
– Л. Вацкичев – Кой е първооткривателят?
– Е. Таден – Любов без отклик
– Н. Ахабабян – А.Л.Чижевски: ученият-романтик

– Р. Андрейчин – Спомени за катедра Опитна
физика

ФИЗИКА И ПРИЛОЖЕНИЯ

– К. Якуб – Ферофлуидите – течни магнити

ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА

– Алфред Уайтхед – Религия и наука
– Питър Е. Ходжсън – Християнство и наука
– М. Бушев – Непознатият В. Паули
– Ф. Дайсън – Религията, поглед отвън
– Г. Динева – Защо Бог „играе на зарове“ или
„средновековната теория на неопределеността“

PERSONALIA

– Милен Замфиров – Акад. Любимир Кръстанов –
100 години от раждането му
– Г. Камисева, Л. Спасов – 10 години от смъртта
на акад. Милко Борисов
– К. Коленцов – Стефан Рижиков навърши 80 години

НАУЧЕН ЖИВОТ

– Нови членове на БАН
– Р. Дюлгерова – За единадесетия зимен семинар на
младите учени и докторанти
– Хр. Попов – 37 Национална конференция по
въпросите на обучението по физика
– М. Замфиров – Семинар-дискусия
„Експериментите в CERN – какво представлява
Големият адронен колайдер?“
– Ал. Ганчев – Научна конференция: „Algebraic
Methods in Quantum Field Theory“ 50 Years of
Mathematical Physics in Bulgaria

HISTORY

– I. Todorov – Evariste Galois 47
– G. Tcherniavskii – The scientist's golden cage 62
– N. Balabanov – The end of a millenary dogma 200
– L. Vatskichev – The electronic Prometheus 209
– V. Taneva-Toncheva – N. Tesla –
genius, living ahead of his age 296
– L. Vatzkichev – Who is the first discoverer? 304
E. Tadhan – Love without response 307
– N. Ahahabjan – A. Chijevsky –
the Romantic Scientist 432
– R. Andreichin – Memories for Department
of Experimentally Physics 449

PHYSICS AND APPLICATIONS

– C. Jacob – Ferrofluids – the liquid magnets

PHYSICS AND METAPHYSICS

– A. Whitehead – Religion and science 72
– Peter E – Hodgson. Christianity and Science 194
– M. Bushev – The unknown W. Pauli 312
– F. Dyson – The religion, a look from the outside 328
– G. Dineva – Why God plays dice,
or the medieval theory of relativity 337

PERSONALIA

– M. Zamfirov – One hundred years since
the birth of Acad. Liubomir Krastanov 82
– G. Kamisheva, L. Spasov – 10 years since
acad. Milko Borisov's death 212
– K. Kolentsov – Stefan Rizhikov turned 80 years 214

SCIENTIFIC LIFE

– New members of BAS 97
– R. Dyulgerova – About the eleventh winter
seminar of young scientists and doctoral students 216
– H. Popov – 37-th National conference
on Physics education topics 220
– M. Zamfirov – Discussion-seminar
„The experiments in CERN – what is actually
the Large Hadron Collider?“ 222
– Al. Ganchev – Scientific conference
„Algebraic Methods in Quantum Field Theory“
50 Years of Mathematical Physics in Bulgaria 345

КНИГОПИС

- Л. Вацкичев – Наноелектроника: материали, компоненти, приложения
- М. Бушев – Съвременната наука в лоното на питагореизма
- А. Апостолов – Милко Борисов за себе си и другите за него
- Т. Тодоров – „Училището, моя любов и болка“ (на Иван Вачев)
- Н. Ахабабян – Да сменим чипа на човечеството
- Н. Ахабабян – Достойно ест: „Fifty Years of Mathematical Physics“ (акад. Иван Тодоров на 75 години)
- Р. Дюлгерова – Нова книга на наши колеги с много достойнства
- М. Бушев – Архивите (на БАН) проговарят
- М. Замфиров – Карл Сейгън и неговият „Свят, населен с демони“

IN MEMORIAM

- Ст. н. с. Тодор Кехлибаров
- Проф. Николай Пашов
- Доц. Тихомир Стойчев
- Проф. Питър Едуард Ходжсън (1928-2008)
- Доц. д-р Иван Александров Баев (1933-2009)
- Проф. С. Салтиел
- Доц. Ал. Донков

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

- Саймън Митън – Конфликт в космоса
- Саймън Митън – Конфликт в космоса – II част
- Саймън Митън – Конфликт в космоса – III част
- Саймън Митън – Конфликт в космоса – IV част

АНТИ-НОБЕЛОВИ НАГРАДИ ЗА 2009 г.

BIBLIOGRAPHY

- L. Vatzkichev – Nanoelectronics: materials, components, applications..... 100
- M. Bushev – Modern science in the bosom of Pythagoreism..... 102
- A. Apostolov – Milko Borisov about himself and the others about him..... 223
- T. Todorov – „The school: my love and pain“ (to Ivan Vachev)..... 225
- N. Ahababyan – Let's change the humanity's chip 228
- N. Ahababjan – With dignity „Fifty Years of Mathematical Physics“ (acad. Ivan Todorov, 75 birthday anniversary) 348
- R. Dyulgerova – Our colleagues' new useful book 350
- M. Bushev – The Archives of BAS start to speak..... 471
- M. Zamphirov – Carl Sagan and his Demom-Haunted World 474

IN MEMORIAM

- Senior res. associate Todor Kehlibarov..... 105
- Prof. Nikolai Pashov 106
- Assoc. Prof. Tihomir Stoichev 107
- Prof. Peter Edward Hodgson (1928-2008)..... 233
- Assoc. Prof. Dr. Ivan Aleksandrov Baev (1933-2009)..... 235
- Prof. Dr. Solomon Saltiel..... 353
- Assoc. Prof. Dr. Alexander Donkov..... 355

SERIAL

- Simon Mitton – Conflict in the Cosmos. Fred Hoyle's life in science..... 108
- Simon Mitton – Conflict in the Cosmos – Part II 236
- Simon Mitton – Conflict in the Cosmos – Part III... 356
- Simon Mitton – Conflict in the Cosmos – Part IV... 477

IG-NOBEL PRIZES 2009 499

Нашиите автори:

- Дж. Мадър – проф. д-р Център за космични полети, НАСА
- Д. Динев – ст.н.с. д-р ИЯИЯЕ, БАН
- Т. Кибъл – Почетен професор по теоретична физика в Лондонския императорски колеж
- М. Бушев – ст.н.с. д-р ИФТТ, БАН
- Н. Велчев – проф. дфн ПУ „П. Хилендарски“
- Н. Ахабабян – ст.н.с. I ст. дфн ИЯИЯЕ, БАН
- К. Якуб – ученик в СПГЕ „Дж. Атанасов“, София
- С. Митън – д-р Кеймбридж

През 2010 г. в “Светът на физиката” четете:

- Иван Тодоров – Александър Гротендик – математик, бунтар, отшелник
- Н. Балабанов – Анри – Андре Ампер („Нютон на електричеството“)
- А. Стефанов – Разбираем ли е квантовият свят?
- Л. Цонев, Д. Колев – Мегалитите в България през погледа на един физик.
- П. Дейвис – Квантовият живот
- Лий Смолин – Пред лицето на непълната информация
- Фримън Дайсън – Въпросът на глобалното затопляне
- Д. В. Ширков – Боголюбов и Ландау
- Четиво с продължение: М. Георгиаду – Константин Каратеодори (математика в смутни времена)

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 4'2009

СЪДЪРЖАНИЕ

НОБЕЛОВИ НАГРАДИ 2009

НАУКАТА

- Джон Мадър – От Големия взрив до Нобеловата награда и по-нататък (Нобелова лекция, 2006) – II част
- Д. Динев – Химическите елементи стават по-тежки
- Том Кибъл – Динамика на фазовите преходи в лабораторията и във Вселената

НАУКА И ОБЩЕСТВО

- Н. Велчев – Ретроспективен поглед към научно-публикационната дейност у нас през годините 1960-1980

ИСТОРИЯ

- Н. Ахабабян – А.Л.Чижевски: ученият-романтик
- Р. Андрейчин – Спомени за катедра
- Опитна физика

ФИЗИКА И ПРИЛОЖЕНИЯ

- К. Якуб – Ферофлуидите – течни магнити

СЪЮЗЕН ЖИВОТ

- Достойно представяне на физическата колегия в Европейската нощ на учените 2009

КНИГОПИС

- М. Бушев – Архивите (на БАН) проговарят
- М. Замфиров – Карл Сейгън и неговият Свят, населен с демони

PERSONALIA

- Проф. А. Петракиев навърши 75 г.

ЧЕТИВО С ПРОДЪЛЖЕНИЕ

- Саймън Митън – Конфликт в космоса – IV част

АНТИНОБЕЛОВИ НАГРАДИ ЗА 2009 г.

THE WORLD OF PHYSICS 4'2009

CONTENTS

NOBEL PRIZES 2009377

THE SCIENCE

- John C. Mather – Nobel Lecture: From the Big Bang to the Nobel Prize and Beyond – Part II381
- D. Dinev – The Chemical Elements put on weight.....392
- Tom Kibble – Phase-Transition Dynamics in the Lab and the Universe417

SCIENCE AND SOCIETY

- N. Velchev – A Retrospective View on the Scientific Publishing in Bulgaria during 1960-1980 years428

HISTORY

- N. Ahahabjan – A. Chijevsky – the Romantic Scientist432
- R. Andreichin – Memories for Department of Experimentally Physics.....449

PHYSICS AND APPLICATIONS

- C. Jacub – Ferrofluids – the liquid magnets462

SCIENTIFIC LIFE

- A good presentation of The Physics Unit in the European Star Night 2009467

BIBLIOGRAPHY

- M. Bushev – The Archives of BAS start to speak471
- M. Zamphirov – Carl Sagan and his Demom-Haunted World.....474

PERSONALIA

- Prof. A. Petrakiev turned 75.....476

SERIAL

- Simon Mitton – Conflict in the Cosmos Part IV477

IG-NOBEL PRIZES 2009499