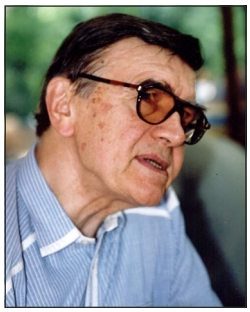
CURIERUL de Fizică nr 54

Publicația Societății Române de Fizică și a Fundației Horia Hulubei • Anul XVI • Nr. 3 (54) • Decembrie 2005

Curierul de Fizică își propune să se adreseze întregii comunități științifice/universitare din țară și diaspora !



Profesorul Mircea Oncescu la 80 de ani: o viaţă pentru fizica din România

Născut în 1925, și-a început activitatea în 1949 în calitate de colaborator al savantului Horia Hulubei chiar în anii de înființare a Institutului de Fizică Atomică – la care a luat parte.

Gradul științific: cercetător științific principal gradul I (din 1990); gradul didactic: conferențiar universitar (din 1968), profesor asociat (din 1993).

Activitatea de 50 de ani a condus la articole și cărți (monografii și manuale) publicate în țară și străinătate. Cărțile apărute la Editura Academiei Române – în 1964, 1972, 1984 și 1985 –, precum și în străinătate, în 1972 la Elsevier-Amsterdam – în colaborare cu Editura Academiei – și în 1987 la Editura CRC Press Boca Raton (SUA) conțin rezultatele cercetărilor efectuate."Conceptele radioprotecției" scrisă în 1996 este o apariție omagială cu ocazia centenarului Horia Hulubei.

Este conducător de doctorat din 1970 în cadrul IFA în domeniul radioactivității mediului. În cadrul Institutului de Fizică al Academiei, a înființat laboratoarele de radioactivitate atmosferică, metrologia radionuclizilor și aplicațiile radioizotopilor, pentru care a promovat personal științific în special prin doctorat.

În intervalul 1990…1993 a participat la directoratul IFA și IFIN; perioadă în care s-au deschis posibilități de lucru în laboratoare de peste hotare pentru cercetători și în special pentru tinerii cercetători.

A participat la proiecte de interes național, cum ar fi:

- înființarea rețelei de determinare a radioactivității atmosferice începând din 1962 și preluată ulterior de către ministerul cu preocupare de mediu,
- aplicarea metodelor cu radioizotopi în laboratoare de cercetare, de învățământ și industriale,
- dotarea laboratoarelor din țară cu etaloane radioactive – după 1970 și în special după 1989 cu cele de volum – măsură foarte importantă după accidentul de la Cernobâl.

A evaluat iradierea și contaminarea radioactivă în România datorate accidentului de la Cernobâl (1986). Adunarea în Seminarul pentru radioactivitatea și dozimetria mediului înconjurător, a fizicienilor – din diverse laboratoare din țară – care investigau consecințele acestui accident pentru țara noastră a condus la unificarea metodelor de măsurare și interpretare.

A condus acest seminar, inițiând realizarea etaloanelor radioactive specifice, neexistente încă, precum și compararea spectrometrelor gamma, astfel încât metodele de măsurare și interpretare în domeniu au căpătat suport științific.

Apariția în documente internaționale (UNSCEAR), după 1988, a datelor privind iradierea și contaminarea radioactivă din România a adus pentru cercetătorii români garanția veridicității rezultatelor lor.

În 1990 seminarul menționat a devenit Societatea Română de Radioprotecție (cu aproape 200 membri) în care a fost ales președinte de onoare. Această societate activează de 15 ani pentru protejarea organismului și a mediului de efectele produse de către sursele de radiații – naturale, exacerbate, și artificiale.

După 1990 a militat pentru voluntariat, antrenând colegii și colaboratorii, în efectuarea activităților din cadrul Fundației Horia Hulubei (fondator și membru în consiliul dirigent) și a Editurii Horia Hulubei în special redacția Curierului de Fizică. Apariția acestui buletin al comunității științifice a intrat în al 16-lea an.

Redactor șef la Gazeta de Matematică și Fizică (1949...1955), la Curierul de Fizică din 1990 și la Editura nonprofit Horia Hulubei din 1996. În comitetul de redacție la Revue Roumaine de Physique și Science and Technology of Environmental Protection.

Redacția CdF

Din CUPRINS

3	Radu GRIGOROVICI	Teoria Culorilor a lui Goethe
8	Tudor A. MARIAN	Premiul Nobel în Fizică 2005
12	* * *	Manifestări științifice în Anul Mondial al Fizicii 2005
15	Dan Radu GRIGORE	Se dorește reforma în cercetarea științifică din România ?
18	Lidia PURGHEL	Cercetarea în domeniul obținerii de energie prin fuziune nucleară

Nota Redacției O scriere semnată, menționată aici sau inserată în paginile publicației, poartă responsabilitatea autorului. Celelalte note – nesemnate – ca și editorialul, sunt scrise de către redacție și reprezintă punctul de vedere al acesteia.

EDITURA HORIA HULUBEI

La Aniversară:
Închinare Domnului Profesor Mircea Oncescu

Creația din nimic este un atribut exclusiv al Zeului, dar creația din aproape nimic este la îndemâna muritorilor, mai exact – a câtorva aleși. Creația din aproape nimic a Fundației Horia Hulubei este un exemplu pe care l-am putut urmări îndeaproape. Creatorul ei este colegul nostru, d-l Mircea Oncescu.

Ajuns la vârsta la care, din punct de vedere administrativ, activitatea profesională încetează, d-l Oncescu a socotit că nu este cazul să facă vreun rabat hărniciei și activismului, ci și-a plasat valențele creatoare într-un domeniu aproape neexplorat: societatea civilă a fizicienilor. A creat Fundația Horia Hulubei, editura fundației și publicația ei – Curierul de Fizică.

În principiu, crearea unei fundații presupune existența unui mecenat, a unui finanțator, a unui sponsor. Ce naivitate să-ți închipui că un asemenea sponsor există!

Și iată că naivul domn Oncescu telefonează birocratului care poate debloca fonduri – e drept, modeste; dar nici acele fonduri, vai! nu sunt accesabile. Telefonul revine, săptămânal, sau cât de des e posibil, cu aceeași politețe, răbdare, amenitate, neerodate de refuzurile care se acumulează. Și iată că, deodată, se produce miracolul – sau efectul tunel: bariera este străpunsă, birocratul spune "da", o finanțare – desigur modestă – este aprobată.

Există o instituție care finanțează proiecte ale societății civile? Exista, desigur, Fundația Soros - sau Fundația pentru Dezvoltarea Societății Civile, care functionează cu fonduri comunitare. Dar interesul pentru fizică este foarte scăzut. În plus, pentru a putea accede la proiecte, trebuie să ai un contabil, care trebuie, firește, plătit: nu poți cere bani dacă nu ai deja. Dar d-l Oncescu își procură Ghidul FDSC, pe care îl studiază ca pe un articol din PhysRev, și dobândește calificarea de contabil. Proiectele sunt propuse, iar unele sunt aprobate. Contabilul Fundației, adică chiar d-l Oncescu, ține evidența cheltuielilor și redactează rapoartele intermediare și finale cerute de finanțator.

În felul acesta, Fundația se dotează cu echipamentul necesar funcționării: calculator, imprimantă, xerox. Spațiul este pus la dispoziție de conducerea Institutului. Există câțiva voluntari, care fac posibilă apariția Curierului. Este prima publicație adresată comunității fizicienilor. Dacă se spune că victoria Rapidului asupra nu știu cărei echipe străine e un moment istoric, cu atât mai mult am putea spune că această apariție este un moment istoric.

Se vede deci că legile creației din aproape nimic nu sunt revelate de vreun Dumnezeu orbitor ce apare pe înălțimile Sinaiului, ci sunt simple manifestări ale bunului simț: acțiune sistematică, obiective clare, perseverență; încredere în bunăvoința celuilalt, abordare calmă și politicoasă.

D-l Oncescu este profetul discret al acestui bun simț accesibil, zeul tutelar al creației-din-aproape-nimic. Fie ca exemplul său să fie un cât mai eficient leac împotriva nepăsării, neimplicării, lamentării.

Și fie ca noi, actori cu roluri mai mari sau mai mici în această stimulatoare creație, să-l putem ura d-lui Oncescu, vreme îndelungată de-acum înainte, "La mulți ani !"

Victor Bârsan

În revista germaniștilor din România, Zeitschrift der Germanisten Rumäniens, a fost publicată scrierea academicianului Radu Grigorovici despre "Teoria Culorilor" (I: Partea Didactică, 1810) a dramaturgului și eruditului Wolfgang Goethe (1749...1832). Redacția CdF crede că această minunată prezentare a unei opere științifice de aproape 200 de ani, făcută de un specialist în colorimetria tricromatică, scoate în evidență consecințele moderne asupra **colorimetriei tricromatice.**

Subtitlurile aparțin redacției CdF.

Teoria Culorilor a lui Goethe

A vorbi pe scurt despre opera științifică a lui Goethe și, în particular, despre cea mai voluminoasă, dar și cea mai controversată dintre lucrările de acest fel, **Farbenlehre** (Doctrina sau Teoria Culorilor), nu este deloc ușor. El însuși o aprecia la cel mai înalt nivel. La sugestia secretarului său, Johann Peter Eckermann, că ar putea să-i pară rău că a dedicat atât timp teoriei culorilor, Goethe răspunde: *« Nicidecum, deși i-am dedicat munca unei jumătăți din viața mea. Aș fi scris poate încă o jumătate de duzină de tragedii, asta ar fi fost tot, și se vor găsi după mine destui s-o facă. »*

Farbenlehre era privită de cele mai multe ori cu condescendență drept scrierea eronată a unui amator în ale opticii, redactată la circa un secol și jumătate după descoperirile realizate în acest domeniu de genialul fizician Isaac Newton, pe care Goethe îl critica violent. Că lucrarea este totuși mai mult citată decât citită, se datora în general faptului că autorul era și el un geniu universal de cel mai înalt nivel, căruia i se puteau ierta unele originalități, așa cum i s-au iertat lui Newton preocupările sale teologice.

Presimțind ca va fi atacat pe baza amatorismului său, Goethe remarca în încheierea lucrării sale că în istoria științelor naturii se constată că realizări excelente se datoresc adeseori unor laici. Astfel de preocupări vor fi întotdeauna în folosul științei, căci remarcă el: *« Orice relație care iese la iveală, orice nou mod de abordare, chiar și o insuficiență, chiar eroare este utilizabilă sau stimulantă și de folos pentru ceea ce se va întâmpla mai târziu.»*

De altfel citirea atentă a Teoriei Culorilor relevă că Goethe avea cunoștințe amănunțite, unele foarte recente, în domeniul opticii. Rămâi surprins că la 1810, anul de apariție a lucrării sale, el cunoștea existența radiației infraroșii, descoperită în 1800 de Herschel, știa că fluorescența este excitată de radiația ultravioletă, iar emisia sa se găsește în domeniul culorilor calde (galben-roșu). El recomandă cercetătorului să găsească în fiecare domeniu fenomenul primordial (das Urphänomen), limita cea mai profundă pe care o poate atinge cunoașterea științifică, din care se poate înțelege și deduce toată multitudinea observațiilor experimentale, și propune ca atare pentru domeniul opticii fenomenul împrăștierii luminii, căci orice mediu, oricât de limpede ar fi, prezintă totuși o oarecare turbiditate. Atribuie corect acestui fenomen albastrul cerului și toate fenomenele de culoare, care sperie întru atât pe cercetători, încât a ieșit vorba că *« dacă fluturi în fața unui taur o pânză roșie, el se înfurie, dar dacă-i vorbești unui filosof despre culori, el turbează »*.

Pot să vă asigur totuși că am putut baza, în mod consecvent și cu succes, cursul meu de optică pentru matematicieni pe fenomenul primordial al împrăștierii luminii și nu din cauza aceasta a trebuit să părăsesc învățământul universitar.

Goethe trebuie să mai fi intrigat pe cititorii săi și prin alte câteva rânduri din introducerea sa la Teoria Culorilor. Le citez în ceea ce urmează: *« Ochiul își datorează existența luminii... Lumina își creează un organ după asemănarea sa... pentru ca lumina internă s-o întâmpine pe cea din afară... Ne amintim de cuvintele unui vechi mistic, care se pot exprima în versuri germane astfel:*

War nicht das Auge sonnenhaft
Wie könnten wir das Licht erblicken ?
Lebt nicht in uns des Gottes eigne Kraft,
Wie könnt uns Göttliches entzücken ? »

De n-ar fi ochiul rupt din soare
Cum am putea zări lumina oare ?
De-am fi lipsiți de divina tărie,
Ne-am putea extazia de dumnezeire ?

Aici Goethe nu trebuie bănuit de tendințe mistice, căci face de fapt aluzie la vechea școală filosofică ionică, care susține că numai identicul recunoaște identicul. Versurile de mai sus definesc însă concepția lui Goethe despre noțiunea de culoare: ea este răspunsul luminii interioare a ochiului la acțiunea lumii exterioare și nu o însușire a luminii exterioare. Această concepție este ilustrată perfect de structura tablei de materii a lucrării. Cele 6 părți ale ei dau pe rând seama de ceea ce Goethe înțelegea prin culoare.

Culorile fiziologice și culorile fizice

Prima parte tratează culorile *fiziologice*. În principal această parte este destinată să arate o varietate foarte mare de experiențe, din care să rezulte că ochiul determină o mare serie de senzații subiective, în contradicție cu realitatea obiectivă: o lovitură asupra ochiului provoacă "stele verzi"; un obiect alb pare mai mare decât unul negru de aceeași dimensiune; un obiect opac iluminat simultan din direcții diferite de lună și de o lumânare dă două umbre colorate, prima galbenă, a doua albastră, care sunt negre acolo unde ele se suprapun; dacă privim câtva tirnp o fereastră luminată și închidem ochii, îi vedem imaginea necolorată complimentară, iar dacă deschidem ochii și privim alternativ o foaie albă și alta neagră, apar la margine culori complimentare (verde și purpură). Goethe mai descrie tot felul de imagini remanente, vorbește de efectele luminii orbitoare sau slabe și, într-o anexă, despre culorile patologice, de unde rezultă că are cunoștinte corecte despre daltonismul de diferite tipuri.

Culorile considerate până acum formează deci un ansamblu de impresii subiective, care sunt create de ochi chiar în absența unei excitații luminoase – visăm, de pildă, în culori –, dar acestea nu au durabilitate.

În partea a II-a Goethe tratează culorile *fizice*, care sunt provocate de lumina albă în condiții exterioare bine determinate, fără sau cu apariția de culori. Această parte formează aproape 40% din cele 920 de alineate ale lucrării. La trecerea prin medii cât de cât turburi, albul poate vira de la albul perfect la cele mai felurite culori. La refracție prin dioptri plani, prisme, lentile, suprafețe omogene albe sau colorate apar deplasate, dar nu colorate în același fel ca și suprafața privită direct. De pildă fundul unei căzi de baie umplute cu apă pare înălțat, iar un băț drept, băgat oblic în apă pare frânt. Dar dacă pe fundul căzii se plasează alternativ, să zicem, pătrate albe și negre, la marginea lor se observă culori într-o ordine predictibilă și explicabilă pe baza fenomenului primordial al împrăștierii luminii, din care se deduce, de altfel cantitativ, și legea refracției. Pentru a vedea lămurit succesiunea de culori, se recomandă ca suprafața care emite lumina să fie trecută printr-o prismă și să aibă forma unei fâșii înguste, a unei fante.

Acesta nu este decât dispozitivul lui Newton pentru descompunerea luminii albe solare. Dar, după Goethe nu este vorba de o descompunere a luminii albe, ci de un fenomen de împrăștiere a luminii la două margini foarte apropiate. Pe baza unui număr enorm de experiențe, el dovedește că spectrul prismatic și cel analog al curcubeului nu conțin toate culorile; că, de exemplu, purpura nu se poate obține decât prin amestecarea culorilor roșu și violet; că același material, colorat și transparent, își schimbă culoarea în funcție de intensitatea – sau cum zice el – energia luminii transmise. Într-adevăr berea brună, privită prin transparență pe un fond alb foarte luminos, apare portocalie, iar măsliniul este un verde gălbui întunecat. Goethe mai obiectează că amestecarea culorilor spectrale prin rotirea discului lui Newton nu dă niciodată alb, ci doar cenușiu. Goethe mai observă că amestecarea culorilor se poate realiza nu numai prin alternanța *în timp*, ci și prin alternanța *în spațiu* alăturând arii colorate atât de mici, încât, privite de la o distanță suficientă, ele să nu poată fi văzute separat, fiind deci un *poantilist avant la lettre*.

Înainte de a trage concluzia că ceea ce spune Goethe este greșit, să nu uităm că el vorbește despre cutori și nu despre radiații și intuiește corect că toate culorile pot fi realizate prin amestecul potrivit dozat a trei culori spectrale de bază fixe situate pe un cerc al culorilor sau, eventual, la colțurile unui triunghi înscris în acel cerc. Asupra acestei propuneri vom reveni spre sfârșitul expunerii noastre.

Culorile chimice

Partea a III-a a lucrării este dedicată culorilor *chimice*, deci unor probleme practice legate de vopsitorie și pigmenți. Aici Goethe întâmpină dificultăți, încercând să aplice amestecului (substractiv) de pigmenți colorați legile amestecului (aditiv) de lumini colorate. Într-adevăr, amestecând un pigment galben cu unul albastru, se obține un pigment verde, în timp ce un amestec potrivit de lumină galbenă cu lumină albastră dă o lumină albă. În schimb el deschide orizonturi noi în relațiile dintre chimie și culoare, exemplificându-le prin modificarea de culoare suferită de unii coloranți vegetali o dată cu trecerea de la starea bazică la cea acidă, sau semnalând existența unor culori fizice (azi am spune de interferență) la fluturi și păsări, precum și acromatizarea lentilelor datorită realizării sticlelor de tip flint, în care oxizii alcalino-pământoși au fost înlocuiți cu oxid de plumb.

În introducere Goethe promisese că în partea a IV-a, intitulată straniu "Păreri generale spre interior", va fi propriu-zis o schemă a unei viitoare teorii a culorilor. (O astfel de schemă în formă tabelară apare abia în 1822.) În text el speră să poată prezice, pe baza cercului celor trei sau șase culori de bază descrise anterior, generalitățile despre fenomenele ce se produc atât în interiorul acestui cerc, cât și ale fenomenelor din afara sa. De fapt această a IV-a parte a lucrării rămâne o schiță foarte sumară de abia 27 de alineate, care se referă la infinitatea de variante aplicative aparținând tehnicilor picturii și vopsitoriei, și se pierde în generalități nesemnificative.

Filosof, fizician, matematician ...

Cu adevărat foarte interesantă pentru noi și mai amplă este partea a V-a, intitulată "Relații de vecinătate". Vecinii despre care este vorba sunt: filosoful, fizicianul-matematician, vopsitorul, fiziologul, patologul, naturalistul, fizicianul general (experimental) și muzicianul. Mă voi referi mai ales la cei doi dintâi și mă voi baza pe citate. Textul original începe astfel: *« "Relația cu filosofia": Nu se poate cere unui fizician să fie filosof dar se poate aștepta de la el și să aibă atâta cultură filosofică, ca să se deosebească fundamental de lume și s-o reîntâlnească la un nivel mai înalt. El ar trebui să își creeze o metodă potrivită pentru intuiție; să se ferească să transformă intuiția în noțiuni, noțiunile în cuvinte și să le manipuleze și să procedeze cu ele, ca și când ar fi obiecte... El ar trebui să aibă cunoștință de strădaniile filosofului de a înălța fenomenele până în domeniul filosofiei.*

Nu se poate cere filosofului să fie fizician și totuși influența sa asupra domeniului fizicii este foartă necesară și foarte de dorit. În acest scop nu are nevoie de amănunte, ci numai de înțelegerea acelor puncte finale, unde se întâlnesc amănuntele...

În timp ce observatorul, cercetătorul naturii se chinuiește, findcă fenomele contrazic mereu părerile sale, filosoful mai poate opera în sfera sa cu un rezultat greșit, căci nici un rezultat nu este destul de greșit, pentru a nu fi valabil într-un fel oarecare drept formă fără conținut. »

« Dacă însă fizicianul poate ajunge la cunoașterea a ceea ce am numit fenomen prirnordial, atunci el se găsește la adăpost. El, fiindcă se convinge că a ajuns la limita științei sale, aflându-se la înălțimea empirică, de pe care poate privi înapoi către toate treptele experienței sale și privi înainte spre imperiul teoriei, în care nu poate intra, dar în care poate arunca o privire. Filosoful se găsește la adăpost; căci el ia din mâna fizicianului un capăt, care devine la el un început. Pe drept el nu se mai ocupă acum de fenomene, înțelegând prin acest termen deducțiile, așa cum acestea se găsesc fie sistematizate științific, fie se prezintă simțurilor în cazuri empirice, risipite și confuze. Dacă vrea să parcurgă și această cale și să nu disprețuiască să acorde o privire și amănuntelor, o poate face cu răgaz, fără ca, dacă procedează în alt fel, să se oprească prea îndelung în regiunile intermediare sau să le străbată numai în fugă, fără să le cunoască amănunțit.»

Apoi afirmă că se gândește să apropie teoria sa de filosof la o revizie a lucrării sale prezente și să redacteze partea polemică și istorică a ei. Într-adevăr, Goethe a lucrat până la moartea sa la această parte promisă, care dezvăluie critic sursele bogatei sale documentări, începând cu antichitatea și ajungând până la al doilea deceniu al secolului al 19-lea. Ea a apărut postum sub titlul "Geschichte der Farbenlehre II (Istoria teoriei culorilor). Apoi trece la alt vecin: Matematica.

El recunoaște că fizicianul, care vrea să trateze știința sa în totalitatea ei, trebuie să stăpânească matematica, "unul din organele omenești cele mai strălucite, care a adus multe foloase fizicii". Recunoaște apoi că el însuși "nu se poate mândri cu vreo cultură în această privință" și se menține de aceea "în regiunile independente de arta măsurării, regiuni care s-au deschis larg în timpul din urmă". Continuă apoi cu nelipsitul său atac la adresa lui Newton, "marele matematician care, printr-o înțelegere greșită, a amestecat perceperea culorilor cu optica supusă măsurării, aducând astfel mari prejudicii teoriei culorilor". Astfel de atacuri regăsim atât în convorbirile cu Eckermann, cât și versificate în Zahme Xenien:

Das ist eine von den alten Sünden,
Sie meinen Rechnen, das sei Erfinden,
Und weil ihre Wissenschaft exakt,
So sei keiner von ihnen vertrackt.
De vechiul lor păcat nu știu a se feri,
Crezând c-a socoti e a descoperi,
Și dacă e exact ce-au născocit,
Înseamnă că nu sunt pe-un drum greșit.

Totuși Goethe nu este atât de refractar față de matematici și de exactitate, cum s-ar putea crede și pe cât susțin unii filozofi. Ca exemplu, oferim un citat din Goethe reprodus

de Eminescu în articolul,,Balanța comercială" în ziarul Timpul din 1 august 1880, deci într-un cu totul alt context: "Dacă cifrele nu guvernă lumea, ele arată cel puțin cum e guvernată". Iată cum continuă textul din Farbenlehre: *« Autorul lucrării de față a căutat s-o țină sistematic departe de matematică, deși s-au ivit destul de clar unele puncte, unde ajutorul matematicienilor ar fi fost de dorit. Dacă matematicienii lipsiți de prejudecăți, cu care am avut norocul sa am de-a face, n-ar fi fost împiedicați de alte treburi să poată colabora cu mine, tratarea problemei de către aceștia ar fi dobândit oarecare merite. Această deficiență ar putea prezenta totuși de acum înainte un anumit avantaj, întrucât va deveni problema matematicienilor inspirați să caute ei înșiși, unde anume are nevoie teoria culorilor de ajutorul lor și cum ar putea contribui personal la perfecționarea acestei părți a științelor naturii.»*

Caracterizarea culorii

Dificultatea de bază în constituirea unui sistem de caracterizare numerică a oricărei culori posibile este biunivocitatea legilor de amestec aditiv. Numai culorile spectrului solar, zise pure, se caracterizează univoc prin frecvența sau lungimea de undă a radiației monocromatice care le dă naștere. Dar există o infinitate de amestecuri de astfel de culori care, dozate cum trebuie, pot da naștere oricărei culori dorite și, cum am mai spus, Goethe știe că, în acest scop, avem nevoie de cel puțin 3 culori componente fixe.

Ceea ce este cel mai greu de realizat într-un sistem de caracterizare numerică a culorilor și a amestecului lor, derivă din faptul că vederea nu este un simț analitic ca auzul; adică ochiul nu poate diferenția componentele reale ale amestecului, care a dat naștere unei culori date, în timp ce urechea școlită poate identifica sunetele – notele muzicale – ce compun un acord dat. De pildă, indiferent din ce amestec de radiații ar fi fost realizată culoarea albă a luminii zilei – din tot ansamblul spectrului solar sau dintr-o pereche potrivită de culori complementare – într-un sistem de măsurare corect, acest alb trebuie să fie caracterizat prin același set de trei numere.

Această problemă spinoasă a fost rezolvată printr-un sistem de legi ale amestecării aditive a culorilor, imaginat în 1854, deci la aproape o jumătate de secol după apariția Teoriei Culorilor de către un outsider, profesorul de liceu Hermann Grassmann, profesor de matematici la Stettin și lingvist amator (traduce în 1876/77 din sanscrită colecția de imnuri sacre Rig-Veda), apreciat de contemporani mai mult ca lingvist, decât ca matematician, dar reeditat pentru opera sa matematică și flzică între 1894 și 1911. Surprinzător, doi corifei ai fizicii teoretice, James Clark Maxwell, creatorul teoriei electromagnetismului, și Erwin Schrödinger, unul dintre fondatorii mecanicii cuantice, s-au aplecat și ei, la circa 50 respectiv 100 de ani după Goethe, asupra problemei stranii a măsurării culorilor. În prezent sistemul internațional al colorimetriei tricromatice, bazat pe trei culori fundamentale, a fost standardizat și domină tehnica de specialitate. Nu se mai vorbește de cercul culorilor al lui Goethe, ci de triunghiul culorilor, imaginat de altfel și el de Goethe, cum vom arăta mai departe.

Culoarea pentru om

În schimb, partea a VI-a a Teoriei Culorilor intitulată "Acțiunea sensorial-morală a culorii" nu putea să o scrie decât Goethe. De altfel cele mai multe citate din Farbenlehre provin din această parte a ei, care este și singurul fragment tradus în românește și publicat în 1924 la Focșani de către Virgil Tempeanu.

Atmosfera dominantă a acestei părți este caracterizată probabil cel mai bine prin primul alineat: *« Oamenii resimt în general o mare bucurie de pe urma culorii. Ochiul are nevoie de ea ca și de lumină. Aduceți-vă aminte de înviorarea pe care ați simțit-o când, într-o zi mohorâtă, soarele a luminat o parte restrânsă a unui peisaj, făcând vizibile acolo culorile.»*

Chiar și starea de spirit a însuși autorului, până acum foarte sobră și meticuloasă, devine aproape frivolă, când, vrând să demonstreze că, pentru a resimți influența unei anumite culori, aceasta trebuie să domine tot spațiul expus privirii sau trebuie să te afli într-o încăpere monocoloră, el citează, în limba originală, povestirea unui francez spiritual: "*il prétendoit que son ton de conversation avec Madame était changé, depuis qu-elle avait changé en cramoisi le meuble de son cabinet qui etait bleu."*

Goethe împarte culorile în cele pozitive (galben, portocaliu, roșu-gălbui), care dau o dispoziție activă, vioaie, dinamică, și cele negative (albastru, indigo și violet), care imprimă o dispoziție neliniștită, molatecă, nostalgică.

Voi cita, pentru plăcerea cititorilor, câteva fragmente de caracterizări ale acestor culori.

« Galbenul este culoarea cea mai apropiată de lumină. El dă o impresie de căldură și comfort. În pictură îi revine partea luminată și de efect. Acțiunea încălzitoare poate fi observată cel mai viu, dacă privim un peisaj, mai ales in zilele mohorâte de iarnă, printr-o sticlă galbenă. Ochiul se bucură, inima se dilată, dispoziția se înseninează pare să adie spre noi o căldură reală. Galbenul este extrem de sensibil la murdărire sau la o nuanțare negativă. De aceea nuanța verzuie a sulfului îi dă ceva neplăcut. »

Dimpotrivă, *« albastrul duce cu sine ceva întunecat. Acțiunea sa asupra ochiului este aproape inexprimabilă. Precum culoare este o energie, dar situată de partea negativă, îi este, în stare maximă de puritate, oarecum cu nimic excitant, ceva contradictoriu între excitare și liniște. Ca și albastrul înaltului cerului și al munților depărtați, o suprafață albastră pare să se îndepărteze de noi. Așa cum urmărim cu plăcere un obiect atrăgător care fuge de noi, așa privim cu plăcere și albastrul, nu fiindcă stăruie asupra noastră, ci fiindcă ne trage după sine. Albastrul ne dă senzația de răceală și ne amintește de umbră. O încăpere tapetată integral în albastru pare cumva mai mare, dar de fapt goală și rece. Albastrul nu este neplăcut, dacă la el participă o oarecare culoare pozitivă. Astfel verdele mării este o culoare plăcută. »*

« Roșul este o culoare tot atât de unică ca și natura ei. El dă atât o impresie de seriozitate cât și de demnitate, cât și de farmec și drăgălășenie. Prima o exercită în starea sa întunecată, densificată, a doua în starea ei deschisă diluată. În felul acesta în roșu se poate îmbrăca deopotrivă demnitatea vârstei înaintate cât și drăgălășenia tinereții. »

« Sticla purpurie ne arată un peisaj bine luminat într-o lumină înfricoșătoare. Acesta ar trebui să fie coloritul pământului și cerului în ziua judecății de apoi.»

« În culoarea verde ochiul găsește o satisfacție reală. Ochiul și dispoziția se odihnesc în acest amestec echilibrat de albastru și galben, ca într-o culoare simplă. Nu vrei și nici nu poți merge mai încolo. De aceea se alege, de obicei, pentru case în care te gasești mereu, un tapet verde. »

Trebuie să mă opresc aici. În text mai este vorba în același stil despre armonia culorilor, despre combinații zise caracteristice, unde Goethe cade din nou în păcatul frivolității.

« Tineretul ține la roz și verde marin, bătrânelul la violet și oliv. Blonda tinde spre violet și galben deschis, bruneta spre albastru și portocaliu și cu toții pe bună dreptate. » (Observați că este vorba de culori complementare. De altfel

aceste cuvinte îmi evocă cumva lista lui Leporello din Don Giovanni !).

Cât privește efectele estetice, Goethe tratează clar-obscurul și comentează modul diferit în care sunt lucrate suprafețele părților luminate respectiv umbrite ale statuilor antice, problemă tratată abia mult mai târziu de Rodin în convorbirile sale cu Gsell. El remarcă de asemenea tendința egiptenilor, a grecilor antici și a modernilor de a da culoare sculpturilor. Mai este explicată perspectiva aeriană și se recomandă pictorilor să teoretizeze diferitele moduri de realizare a coloritului dorit pe baza studiului Teoriei Culorilor. El mai discută diferitele tehnici de pictură, dar accentuează că nici studiul tehnicilor vechi, nici inventarea unora noi, ci numai spiritul este cel ce dă până la urmă viață tehnicii. Datorită colegului meu Valentin Vlad am aflat că la Tate Gallery de la Londra se găsește expus uneori un tablou al lui Turner din 1843, intitulat Moise scriind Cartea Facerii, în care pictorul se conformează în lumină și colorit prescripțiilor lui Goethe.

În sfârșit, atracția concomitentă către misticism și știință a lui Goethe, atât de manifestă în Faust; apare și în unul din ultimele alineate din Teoria culorilor, care merită să fie reprodus în întregime. *« Se poate bănui desigur că până la urmă, culoarea permite și o interpretare mistică. Căci acea schemă (este vorba de cercul culorilor), prin care se poate reprezenta multitudinea culorilor, sugerează relații primordiale care aparțin atât intuiției umane, cât și naturii, astfel că ne putem folosi fără îndoială de ea ca de niște aluzii, oarecum ca de un limbaj, când vrem să exprimăm relații primordiale ce nu se impun prea puternic și prea variat simțurilor. »* (Pentru ilustrare Goethe trimite mai târziu la asocierea roșului și verdelui cu divinitățile malefice pământești și cerești.)

Apoi referindu-se la posibilitatea îmbinării științei cu magia, el continuă: *« Matematicianul apreciază valoarea și folosirea triunghiului; și misticii onorează profundul triunghiului, căci cu ajutorul lui se pot schematiza multe lucruri, printre altele și fenomenul culorilor, și anume ajungând prin dedublarea triunghiului și împletirea perechii în vechiul și misteriosul hexagon.»*

Sistemul tricromatic

Nu este aici nici cazul, nici cadrul de a expune sistemul tricromatic actual de caracterizare numerică a culorilor; dar o prezentare grafică, intuitivă, comparată cu sugestiile din **Farbenlehre** ne va oferi o nouă ocazie de a admira universalitatea geniului lui Goethe (vezi figura 1).

Spectrul solar al lui Newton din josul figurii 2 este o structură lineară ordonată atât după lungimile de undă ale radiațiilor monocromatice, cât și după cele 7 (număr mistic !) culori percepute de ochiul uman. Dacă acceptăm, după Goethe, că amestecul a două culori se simbolizează grafic printr-o linie dreaptă care leagă punctele ce reprezintă aceste culori, atunci trebuie să ordonăm culorile spectrale pe o curbă închisă, peste tot concavă înlăuntru, în interiorul căreia se vor găsi punctele reprezentative ale tuturor culorilor reale. Goethe o alege pe cea mai simplă și mai regulată dintre aceste curbe: cercul culorilor, dar acesta nu poate fi închis, căci cele două capete ale spectrului nu au aceeași culoare. Goethe recurge atunci la stratagema de a amesteca violetul extrem (I) cu roșul extrem (R), adică de a le lega pe grafic printr-o dreaptă, pe care se găsește un grup de culori numite încă din antichitate *purpure.* Acestea nu se regăsesc în spectrul prismatic sau în curcubeu, iar folosirea lor în vestimentație era un privilegiu imperial. Deci în aria îngustă dintre secanta IR și arcul IR nu se va găsi nici un punct reprezentativ al vreunei culori reale. Acestea din urmă se vor găsi între dreapta IR și cercul culorilor spectrale, pure, saturate.

Se observă că în această schemă găsim nenumărate perechi de culori spectrale, una caldă (între roșu și galben), alta rece (între violet și albastru), diametral opuse, care, amestecate în proporții egale, dau culoarea albă, al cărei punct reprezentativ se găsește în centrul A al cercului culorilor prin care trece diametrul care unește acele culori zise complementare. Pentru verdele, care ocupă o parte importantă a cercului culorilor, culorile diametral opuse se găsesc în regiunea purpurie. De aici Goethe trage concluzia justă că, dacă vrea să reproducă orice culoare reală prin amestecul de culori fixe, este nevoie de 3 culori cât mai pure și depărtate una de alta pe cerc. Este de asemenea evident că toate culorile spectrale se pot grupa într-o infinitate de perechi complementare și ansamblul lor ne va da culoarea albă. De asemenea dacă ne deplasăm de-a lungul unei raze a cercului spre centru, culoarea spectrală inițiala va deveni din ce în ce mai alburie, mai spălăcită, mai nesaturată ajungând până la alb.

Dar dacă tot voia să-i atragă pe matematicieni în sfera problematicii sale, iar misticilor le plăcea de asemenea triunghiul, fiindcă "cu ajutorul lui se pot schematiza multe lucruri", Goethe se hotărăște să introducă în cercul său triunghiul RVI. Pentru o culoare dată C din interiorul triunghiului RVI, cele 3 distanțe r, v, i de la laturile triunghiului dau un set de 3 numere, considerate pozitive, care determină numeric poziția acelui punct și deci *cromaticitatea* corespunătoare. În schimb culoarea C' din figura 1, deși o culoare reală, găsindu-se înlăuntrul cercului culorilor, nu poate fi reprodusă experimental prin amestecul aditiv al culorilor fundamentale R. V și I, C' găsindu-se în afara triunghiului RVI și coordonata sa i' fiind considerată negativă. Culoarea reprezentată prin C' s-ar putea realiza numai amestecând cantități potrivite de roșu și verde fundamental și scoțând apoi o cantitate potrivită de violet I din primul amestec, ceea ce este o experiență fictivă.

Aceasta era starea până la care evoluase problema măsurării culorii la moartea lui Goethe. Vom expune acum sumar cum a evoluat până astăzi, pe aceeași cale, *colorimetria tricromatică*.

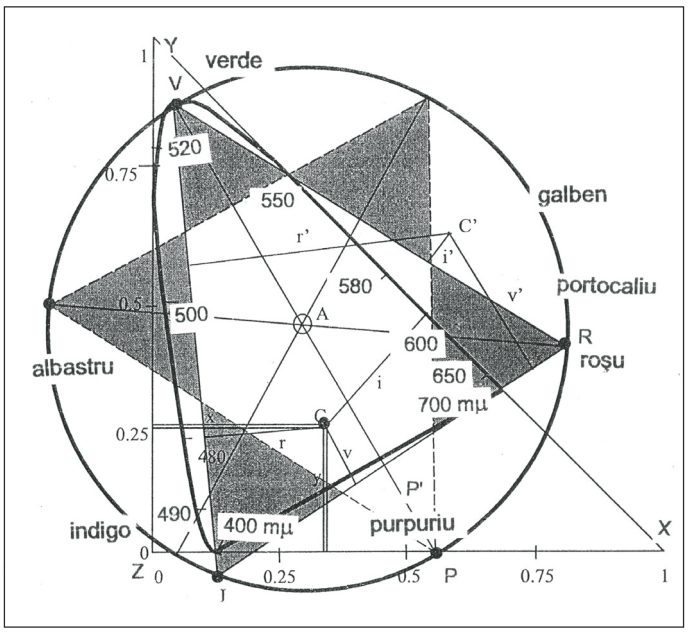


Figura 1. Cercul culorilor după Goethe: Triunghiul culorilor după Goethe (IRV) și după Comisia Internațională a Iluminatului(XYZ); Pentagrama magică a lui Faust (domeniul umbrit).

Goethe postulase că punctul reprezentativ al culorii rezultate dintr-un amestec binar de culori se găsește pe dreapta ce unește componentele. Dar în ce loc ? Desigur în centrul de greutate, rolul greutății jucându-l luminozitățile culorilor amestecate. Tot el postulase că lumina își crease un organ – adică ochiul – după asemănarea sa – adică a soarelui. Cum soarele emite cele mai puternice radiații în verde, ochiul va fi și el mai sensibil în verde. **Aceste postulate au rămas valabile până astăzi.**

Dacă admitem că spectrul orizontal din figura 2 este unul de egală energie și reprezentăm luminozitățile culorilor spectrale pe verticală, obținem o curbă a culorilor de forma unui triunghi ușor rotunjit (v. figura 1), care va juca corect rolul aproximativ al cercului culorilor al lui Goethe, incluzând linia dreaptă oblică a culorilor purpurii. Această curbă nouă a culorilor spectrale se bazează pe măsurări efectuate în anii 1930/31 pe un număr foarte mare de oameni cu vederea normală.

Dar am văzut că pentru caracterizarea completă a unei culori avem de fapt nevoie de 4 *numere*: proporțiile celor trei culori fundamentale și luminozitățile acestora (exprimată prin luminanța acelei culori). Într-o reprezentare grafică în plan dispunem însă doar de *două coordonate*. Soluția găsită de specialiștii Comisiei Internaționale a Iluminatului (CIE) este pe cât de ingenioasă, pe atât de îndatorată intuiției inițiale a lui Goethe și procedeele matematice inițiale ale lui Grassmann. Ei *îmbracă* întreaga curbă cvasi-triunghiulară a culorilor spectrale într-un triunghi isoscel dreptunghic (v. figura 1). Intersecțiile catetelor cu ipotenuza marchează două din noile culori fundamentale fictive suprasaturate X (roșu) și Y (verde), în timp ce a treia Z (violet) este în vârful unghiului drept.

Avantajele acestui grafic constau în faptul că două din coordonatele culorii C (vezi figura 1), x și y, care caracterizează numeric cromaticitatea ei, sunt egale cu distanțele punctului ei reprezentativ de la catetele ZX, respectiv ZY, iar a treia, z, nu apare în grafic, dar este dată de relația z = 1-x-y, dacă lungimile catetelor sunt luate unitate. *Luminanța* culorii C este dată simplu de coordonata y a punctului ei reprezentativ. De asemenea diferitele culori reale sunt repartizate aproximativ uniform în interiorul curbei culorilor spectrale, ceea ce s-ar putea vedea numai într-o reproducere în culori. Dezavantajul folosirii unor culori fundamentale fictive îi obligă pe experimentatori să lucreze de fapt cu culori fundamentale reale RVI oarecare; dar Grassmann le oferă relații matematice relativ simple, pentru a trece de la sistemul arbitrar ales RVI la sistemul standardizat internațional XYZ.

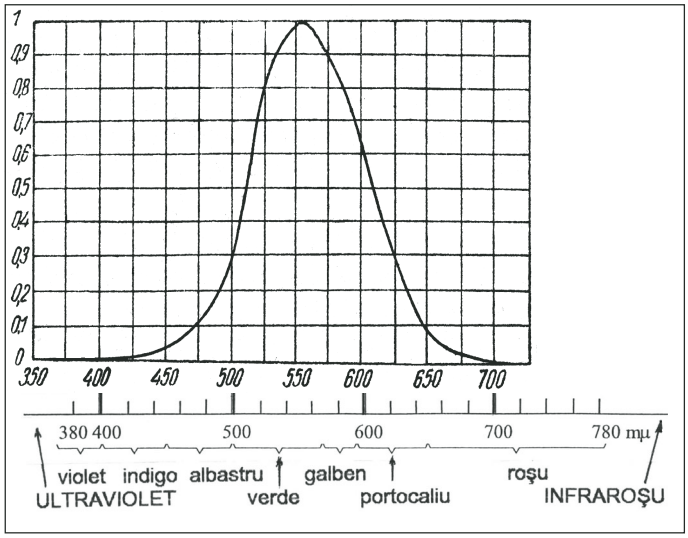


Figura 2: Localizarea culorilor în spectrul vizibil. Curba de sensibilitate a ochiului (luminanța) pentru culorile spectrale.

Nu putem să nu remarcăm, privind figura 1, filiația evidentă între sistemul tricromatic, încă imperfect, de măsurare al lui Goethe și cel rafinat și recunoscut internațional al CIE. Mă întreb cum ar fi apreciat Goethe însuși sistemul CIE. Bănuiesc că l-ar fi acceptat, fără să-i înțeleagă prea bine partea matematică, pe care am evitat-o și noi aici, folosind pentru expunere calea mai puțin exactă și mai completă, dar mai intuitivă a graficelor. Cred că i-ar fi fost totuși greu acestui spirit eminamente intuitiv să accepte folosirea drept culori fundamentale a unor culori fictive, oricât ar fi ele de potrivite pentru o *globalizare* a sistemului tricromatic de caracterizare numerică a culorilor reale.

În încheiere îndrăznesc să descriu o altă încercare a lui Goethe de a se apropia de o soluție mai bună a sistemului său tricromatic pe o cale ce frizează mistica sau, mai degrabă, magia. Cum aria triunghiului RVI din figura 1 acoperă mai puțin de jumătate din aria cercului culorilor, corespunzătoare tuturor culorilor reale existente, Goethe propune folosirea sporită a șase culori fundamentale legate între ele în configurația a două triunghiuri opuse la vârf, care, în cuvintele sale « se împletesc în vechiul *hexagon misterios»* (vezi figura 1), mărind astfel în oarecare măsură aria internă totală rezervată punctelor reprezentative ale culorilor reale. Este semnificativ faptul că, legând cele 6 culori de bază în configurația unui hexagon *nemisterios* înscris în cercul culorilor, Goethe ar fi realizat o arie internă mult mai mare.

Ne-a tentat de aceea să detectăm în **Farbenlehre** o reminiscență târzie a căutărilor de drum ale tânărului Goethe; și iată rezultatul surprinzător. Strecurat sub forma unui cățel năstrușnic în odaia de studiu a lui Faust, Mefisto este obligat de acesta prin formule magice puternice să se demaște și să se autodefinească drept "spiritul ce neagă întotdeauna, și pe drept; căci tot ce se ivește merită să piară". Când Faust îl invită să-și caute altă treabă și să plece, Mefisto recunoaște că n-o poate face din cauza unei pentagrame magice defectuoase desenate pe prag. Înspre ieșirea din odaie un colț din diagrama magică a rămas puțin deschis și pe acolo cățelul a putut intra; dar unui diavol îi este interzis de legea iadului să iasă pe unde a intrat. Faust este surprins că și în iad există legalitate și trage concluzia fatală că se pot încheia prin urmare înțelegeri valabile și cu "acești domni".

Dar să ne întoarcem la prima din figurile noastre. Dacă desprindem de hexagonul misterios micul triunghi lipit de dreapta culorilor purpurii, rămâne o pentagramă magică (Drudenfuss, piciorul strigoiului) imperfectă, deschisă spre lumea culorilor fictive.

Până la urmă cântecul spiritelor de afară îl adoarme pe Faust, transportându-l într-o lume de vis, iar Mefisto scapă cu ajutorul unor șobolani care distrug pentagrama. Cred că nu este nevoie să precizez ce sugerează această scenă din Faust, nu numai în legătură cu teoria culorilor și cu atracția către magie a tânărului și chiar a bătrânului Goethe, dar și cu lumea înșelătoare în care am trăit și trăim. Goethe preferă să se oprească aici *« pentru a nu se expune la urmă la bănuiala fantasmagoriei, și aceasta cu atât mai mult cu cât, dacă Teoria noastră a culorilor va fi primită favorabil, ea nu va duce lipsă, conform spiritului vremii, de aplicații și interpretări alegorice, simbolice și mistice »*.

De altfel postfața lucrării se încheie cu un dicton latin, care recomandă implicarea în activitatea lumii prezente și viitoare: *Multi pertransibunt et augebitur scientia.* (Mulți vor trece și știința se va îmbogăți.)

Radu Grigorovici

Premiul Nobel în Fizică 2005

Anul acesta, Academia Regală Suedeză de Științe a acordat Premiul Nobel în Fizică pentru cercetări fructuoase în domeniul Opticii. La 4 Octombrie 2005 au fost anunțați cei trei laureați desemnați de Academie: teoreticianul Roy J. GLAUBER (USA), căruia i-a revenit o jumătate din premiu pentru *"contribuția lui la teoria cuantică a coerenței optice"*, și experimentatorii John L. HALL (USA) și Theodor W. HÄNSCH (Germania), care au împărțit egal cealaltă jumătate din premiu pentru *"contribuțiile lor la dezvoltarea spectroscopiei de precizie bazate pe laser, incluzând tehnica pieptenului de frecvențe optice"* (OFC = *optical frequency comb*).

În fapt, cercetările teoretice efectuate de Glauber în anii 1960 au pus bazele domeniului extrem de activ numit curent *Optică cuantică*, iar prin investigațiile experimentale conduse de Hall și Hänsch la sfârșitul anilor 1990 a fost elaborată o tehnică de măsurare a frecvențelor optice având o precizie relativă de 10^{-15}, comparabilă cu aceea a ceasurilor atomice din domeniul microundelor. Prezentăm pe scurt realizările laureaților Nobel 2005 în Fizică în cele două direcții științifice menționate, subliniind importanța lor.

1. Optica cuantică

Fizica cuantică s-a născut din eforturile de a depăși anumite insuficiențe evidențiate în descrierea clasică a interacțiunii dintre radiație și substanță. Astfel, articolele revoluționare ale lui Max Planck (1900) asupra teoriei statistice a radiației termice și Albert Einstein (1905) asupra emisiei fotoelectronilor din metale au condus la ideea naturii cuantice a luminii. General acceptată abia în 1923, această idee a introdus un dualism aparent contradictoriu: radiația are atât proprietăți ondulatorii (în experimentele de interferență și difracție), cât și proprietăți corpusculare (în procesele de emisie, absorbție și împrăștiere).

Teoria cuantică a câmpului de radiație, formulată de Paul Dirac (1927), explică prin însăși structura ei complementaritatea celor două tablouri: radiația se poate manifesta fie ca o suprapunere de moduri de oscilație, fie ca un sis-tem de bosoni identici și independenți, cu masa nulă, numiți fotoni. În anii următori (1928-1940), în fruntea generației lor, Pascual Jordan, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg, și Paul Dirac au creat și au dezvoltat teoria cuantică relativistă a interacțiunii câmpului electromagnetic cu electronii și pozitronii, numită Electrodinamică cuantică (QED = *Quantum Electrodynamics*). Ei au formulat QED ca o teorie de perturbație, care descrie excelent procesele fundamentale în ordinul cel mai jos, dar prevede corecții infinite în ordinele superioare. Ieșirea din acest impas a fost reușită în anii 1946-1953 în principal de Sin-Itiro Tomonaga, Julian Schwinger, Richard Feynman, și Freeman Dyson. Acești fizicieni au impus metoda renormării covariante ca tehnică de eliminare sistematică a divergențelor QED. Astfel reformulată, QED a putut face anumite previziuni care sunt în cel mai precis acord cu observațiile experimentale obținut vreodată în știință.

Anii 1950 au adus două descoperiri majore în Optică:

- Rezultatul primului experiment în interferometria de intensitate, care a fost efectuat de Robert Hanbury Brown și Richard Twiss (1956);
- Inventarea principiului laserului de Arthur Schawlow și Charles Townes (1958), urmată de realizarea efectivă a primului laser (cu rubin) de Theodore Maiman (1960).

Folosind doi detectori identici montați la o distanță de circa șase metri unul de celălalt, Hanbury Brown și Twiss au măsurat în coincidență fluctuațiile fotocurenților produși de lumina incoerentă emisă de steaua Sirius. Pentru această lumină termică ei au pus în evidență o surprinzătoare corelație în intensitate, care devine maximă la timpuri egale. Un astfel de efect nu se observă însă pentru lumina generată de un laser ideal operând mult deasupra pragului. În adevăr, două fascicule laser detectate în coincidență se dovedesc a nu fi corelate.

Începând din 1962, timp de un deceniu, laureatul Nobel 2005 Roy J. Glauber a dezvoltat consecvent în Cambridge, Massachusetts, fizica statistică cuantică a fenomenelor optice. După circa 35 de ani de la crearea QED, el aplică pentru prima dată teoria cuantică a radiației în studiul coerenței optice și al fotodetecției. La început a trebuit să înfrunte scepticismul cuasiunanim al comunității de Optică, educată în ideea că este suficientă descrierea luminii prin Fizica clasică, în pofida structurii ei cuantice manifeste. Amintim cele mai importante rezultate obținute de Glauber.

- În 1963, Glauber a introdus funcții de corelație de ordin arbitrar pentru orice stare cuantică, pură sau mixtă, a câmpului de radiație. Folosind aceste funcții, el a arătat că în lumina emisă termic (incoerent) fotonii sunt detectați în perechi: are loc o *grupare de fotoni (photon bunching)*. În acest fel, Glauber a explicat în termeni cuantici rezultatul experimentului lui Hanbury Brown și Twiss. Pe de altă parte, el descrie *coerența completă*, în orice ordin, a luminii unui laser ideal: datorită acestei însușiri, într-un experiment de tip Hanbury Brown & Twiss, fotonii celor două fascicule laser sunt detectați necorelat. Așadar, prin tratarea sa statistică cuantică, Glauber caracterizează complet coerența câmpurilor optice, evidențiind conținutul ei mult mai bogat în raport cu înțelesul curent al coerenței în Optica tradițională, anume acela de relație între fazele câmpului într-o pereche de puncte din spațiul-timp.
- Pentru analiza proprietăților de coerență ale câmpului, este adecuată descompunerea unei stări oarecare după sistemul *stărilor coerente*. Numele acestor stări a fost dat în 1962 de Glauber, dar ele au fost introduse încă din 1926 de Erwin Schrödinger ca realizând o mișcare cuasiclasică a unui oscilator armonic linear în Mecanica cuantică. Corespunzător, într-o stare coerentă în QED, câmpul electric transversal și cel magnetic au o comportare medie care este exact cea clasică, iar incertitudinile cuantice sunt minime, *i. e.* egale cu cele din starea de vid. Glauber a demonstrat că o stare coerentă poate fi generată de o *distribuție prestabilită de curenți electrici clasici*. De exemplu, cu o bună aproximație, un laser este un ansamblu macroscopic de polarizații atomice. Acesta fiind echivalent cu o distribuție de curenți electrici clasici, radiația unui laser deasupra pragului este într-o stare aproximativ coerentă.
- Glauber a introdus așa-numita reprezentare *P* a unui operator statistic, ca funcție de pondere în dezvoltarea acestuia după stările coerente. O stare cuantică a câmpului are anumite însușiri clasice atunci și numai atunci când ea are o reprezentare *P* pozitivă. Mai general, Glauber a definit distribuțiile de cuasiprobabilitate ale unei stări a câmpului și transformatele lor Fourier, funcțiile caracteristice.
- A definit o clasă de transformări prin care stări cuantice mixte rezultă din stări mai simple, cu suprapunerea amplitudinilor câmpului electric.
- Glauber a inițiat teoria cuantică a fotodetecției.

• Împreună cu Benjamin Mollow (1967), a analizat amplificatorii parametrici degenerat și nedegenerat, care generează stări numite ulterior *comprimate*, unimodale și respectiv bimodale (*one- and two-mode squeezed states, respectively*).

Pentru a înțelege dezvoltarea ulterioară a Opticii cuantice, enumerăm trei succese directe ale ei înregistrate după 1970.

• În 1976, Howard Carmichael și Daniel Walls au demonstrat că lumina generată prin fluorescență de rezonanță de un atom cu două nivele are o proprietate opusă grupării de fotoni, anume fotonii sosesc la intervale mai mari decât în lumina coerentă. Acest efect, numit *antigrupare de fotoni (photon antibunching)* este primul care nu poate fi explicat decât prin Optica cuantică. El a fost și primul efect neclasic observat efectiv, în experimentul lui Jeff Kimble, Mario Dagenais, și Leonard Mandel (1977).

• *Stările comprimate (Squeezed states)* au fost prevăzute și analizate teoretic de Horace Yuen (1976). Stări bimodale comprimate au fost evidențiate experimental în interacțiunea a patru moduri de cavitate ale câmpului, fie prin intermediul unui fascicul de atomi de sodiu, de Richard Slusher *et al.* (1985), fie într-o fibră optică, de Robert Shelby *et al.* (1986). Primul experiment în care s-a reușit comprimarea unimodală prin generare de subarmonice într-un cristal a fost efectuat de Jeff Kimble *et al.* (1987).

• Teleportarea stărilor coerente utilizând ca resursă o stare bimodală de vid comprimat a fost propusă de Samuel Braunstein și Jeff Kimble (1998). Ea a fost realizată experimental în același an, tot de ei și colaboratori, reprezentând prima aplicație de anvergură a Opticii cuantice în Fizica procesării cuantice a informației.

Nu putem să nu menționăm în final și unele aplicații importante ale Opticii cuantice în Fizica atomică. Astfel, în anii 1980, modelarea simplă a interacțiunii atomilor cu un câmp de radiație cuantic a condus la imaginarea unor metode eficiente de răcire a atomilor cu lumină laser (*laser cooling*). Ulterior, atomii răciți pot fi captați cu ajutorul unui câmp magnetic (*trapped atoms*).

2. Spectroscopia laser de înaltă precizie

Până în anii 1970, în spectroscopia atomică de precizie se utilizau interferometre Fabry-Pérot pentru măsurarea diferențelor de frecvențe optice. Introducerea laserului acordabil cu colorant (*tunable dye laser*) a produs în acei ani o adevărată revoluție, deoarece au devenit disponibile surse cu lărgimi foarte înguste ale liniilor spectrale, acoperind tot domeniul vizibil. Lungimile de undă corespunzătoare tranzițiilor atomice erau precis măsurate prin comparare interferometrică cu o anumită lungime de undă stabilă, de referință.

Creșterea exigențelor de precizie a impus o schimbare de concepție, anume trecerea la măsurarea cu acuratețe a frecvențelor optice. Aceasta a reclamat însă tehnici complexe, iar rezultatele au fost limitate. În adevăr, pentru măsurarea unui număr restrâns de frecvențe optice, în puține laboratoare din lume au fost construite lanțuri elaborate de generatori de armonice și laseri cu faze fixate (*phase-locked lasers*). Se pornea din domeniul de frecvențe al microundelor, unde operează ceasul atomic cu cesiu, iar apoi se generau succesiv armonice tot mai înalte în dispozitive optice neliniare. Începând cu anii 1980, lucrând în Boulder, Colorado, laureatul Nobel 2005 John L. Hall a reușit să asigure o stabilitate extrem de înaltă a frecvențelor laser. Pentru a atinge o precizie de ordinul 1 Hz, el a folosit cavități de rezonanță ultrastabile, suspendate în vid, la temperaturi riguros controlate; de asemenea, a utilizat deplasatori de frecvență acusto-optici și modulatori de fază electro-optici în montaje alcătuite cu pricepere. ➲

Roy J. Glauber

• Născut în 1925, în New York City, New York, USA • Studii la Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA (Licență: BS in Physics, 1946; Doctorat: PhD in Physics, 1949) • Profesor în Department of Physics, Harvard University, din 1953 până în prezent. • În anii 1950 a efectuat cercetări teoretice asupra unor procese multi-bosonice, împrăștierii și difracției neutronilor, capturii radiative a electronilor orbitali, atomilor muonici, proceselor cu deuteroni la energii înalte (acestea din urmă continuate și în anii 1960). • În anii 1962-1972 a dat contribuțiile majore prin care a luat naștere și s-a dezvoltat Optica cuantică. • În anii 1970 a colaborat cu Fritz Haake în studiul unor fenomene optice cooperative: pulsuri superradiante și fluctuații în superfluorescență.

Roy J. Glauber împreună cu fiica sa, Valerie Fleishman, la Harvard University, în 4 Octombrie 2005, ziua anunțării premiului.

John L. Hall

• Născut în 1934, în Denver, Colorado, USA. • Studii la Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, Pennsylvania, USA (Licență: BS, 1956; Masterat: MS, 1958; Doctorat: PhD in Physics, 1961) • Din 1964 este Fellow, iar apoi Senior Research Associate în JILA (Joint Institute for Laboratory Astrophysics). Din 1971 este Senior Scientist la NIST (National Institute for Science and Technology). Ambele institute funcționează în Boulder, Colorado, USA. • Este Lecturer în Department of Physics, University of Colorado (CU) at Boulder. În prezent, JILA este administrat în comun de CU și NIST. • Este un leader al cercetărilor în spectroscopia laser și în metrologia frecvențelor optice.

Theodor W. Hänsch

• Născut în 1941, în Heidelberg, Baden-Württemberg, Germania. • Studii la Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg: Doctorat în Fizică în 1969. • A lucrat la Stanford University, Palo Alto, California, USA. Între 1975 și 1986 a fost profesor la Stanford University. • Începând din 1986, lucrează la Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching, Bavaria, al cărui director este în prezent. De asemenea, este profesor de Fizică la Ludwig-Maximilians-Universität din München, Bavaria, Germania. • Este unul din cei mai reputați specialiști în spectroscopia atomică de înaltă precizie și a colaborat foarte eficient cu John L. Hall.

John L. Hall (în față, stânga), Theodor W. Hänsch (în față, dreapta), împreună cu colegii lor Thomas Udem (în spate, stânga) și Ronald Drever (în spate, dreapta) într-un "Biergarten" din München în vara 2005.

Facem o paranteză pentru a aminti ultimele decizii ale Conferinței Generale de Greutăți și Măsuri (GCWM = *General Conference on Weights and Measures*) privind unitățile de lungime și de timp, precum și mărimea *c* a vitezei luminii în vid. Evident, dintre cele trei mărimi, metrul, secunda și *c*, numai două pot fi definite independent. În 1960, a XII-a GCWM a redefinit metrul ca fiind egal cu un anumit număr de lungimi de undă ale unei linii spectrale deosebit de înguste și stabile, linia roșie a ^{86}Kr. A XIII-a GCWM (1967) a dat secundei definiția actuală, anume timpul necesar pentru 9 192 631 770 de oscilații ale radiației care induce tranziția între cele două subnivele de structură hiperfină ale atomului de ^{133}Cs în starea fundamentală. Ulterior, viteza *c* a luminii a fost deteminată ca produs între lungimea de undă și frecvența unei linii spectrale, măsurate cu precizie sporită prin eforturile mai multor fizicieni, între care John L. Hall. În 1983, la a XVII-a GCWM, s-a considerat că definiția metrului nu este suficient de precisă datorită raportării la o linie spectrală ușor asimetrică. Atunci, în acord cu cele mai bune măsurători, *s-a statuat* că viteza luminii în vid este *exact c* = 299 792 458 m/s. În consecință, metrul a fost redefinit cuplat cu definiția secundei: un metru este distanța parcursă de lumină în vid în 1/299 792 458 s.

Revenind la problema măsurării frecvențelor optice, deja în 1976, laureatul Nobel 2005 Theodor W. Hänsch a construit și a utilizat un laser cu colorant care producea un tren periodic de pulsuri de lumină coerente în fază, fiecare puls având durata de ordinul picosecundelor (ps): 1 ps = 10^{-12} s. Un asemenea tren de pulsuri rezultă din suprapunerea multor moduri de oscilație ale căror frecvențe sunt dispuse echidistant: în scara frecvenței, el are aspectul dinților unui pieptene (*frequency comb*). În 1978, Hänsch a măsurat despicarea de structură fină 4*d* a sodiului, folosind pieptenele de frecvențe al laserului ps menționat mai sus (*the frequency comb of a mode-locked picosecond dye laser*). Specific, au fost măsurate intervale de frecvență de ordinul 1 GHz, cu ajutorul spectroscopiei cu doi fotoni fără lărgire Doppler (*via Doppler-free two-photon spectroscopy*).

Totuși, abia la sfârșitul anilor 1990 s-a produs o nouă revoluție în spectroscopia atomică de precizie. Atunci, durata pulsurilor coerente în fază a fost redusă la câteva femtosecunde (fs): 1 fs = 10^{-15} s. Asemenea pulsuri sunt produse de mișcarea *du-te-vino* a unei minuscule "bile de lumină" între două oglinzi alcătuind o cavitate laser. Bila de lumină intensă este creată prin interferența a circa un milion de moduri longitudinale ale cavității laser care au o relație de fază bine stabilită (*locked modes*). După fiecare cursă a bilei, o foarte mică fracțiune din lumina ei scapă prin una din oglinzi, care este parțial transmisivă, sub forma unui puls fs. Intensitatea bilei de lumină rămase este însă întreținută de substanța activă laser, fie ea un colorant organic, fie un cristal de corindon dopat cu titan (safir). Intervalul dintre două pulsuri succesive coincide practic cu perioada de oscilație a bilei de lumină între oglinzi: pentru o cavitate cu lungimea de circa 1.5 m, el este de zece nanosecunde (ns).

Analizat după frecvențe, trenul periodic de pulsuri fs coerente în fază constă dintr-o distribuție de circa un milion de linii foarte înguste, extrem de bine separate, și riguros echidistante. Foarte sugestive sunt figura inclusă aici și explicația ei, care sunt reproduse din articolul "*The Nobel Prize in Physics 2005 • The Royal Swedish Academy of Sciences • www.kva.se*". Spectrul frecvențelor optice ale modurilor componente, exprimat prin legea

$$f_n = nf_r + f_o, \qquad (n = 1,2,3, ..., \cong 10^6), \qquad (1)$$

are aspectul dinților unui pieptene (OFC) sau al gradațiilor unei rigle. Echidistanța f_r este egală cu frecvența de repetare a pulsurilor, iar constanta f_o se numește frecvență de compensare purtător-anvelopă (*carrier envelope offset frequency*). În adevăr, frecvența f_o este proporțională cu creșterea Δ, într-un singur puls, a diferenței de fază dintre oscilația câmpului purtător al pulsului și anvelopa acestuia:

$$f_o = -\frac{\Delta}{2\pi} f_r \qquad (2)$$

În esență, determinarea unei frecvențe laser optice f_{opt} cuprinse în intervalul spectral al unui laser fs revine la măsurarea frecvenței f_{beat} a bătăilor rezultate prin interferența modului laser cu cel mai apropiat mod din pieptene:

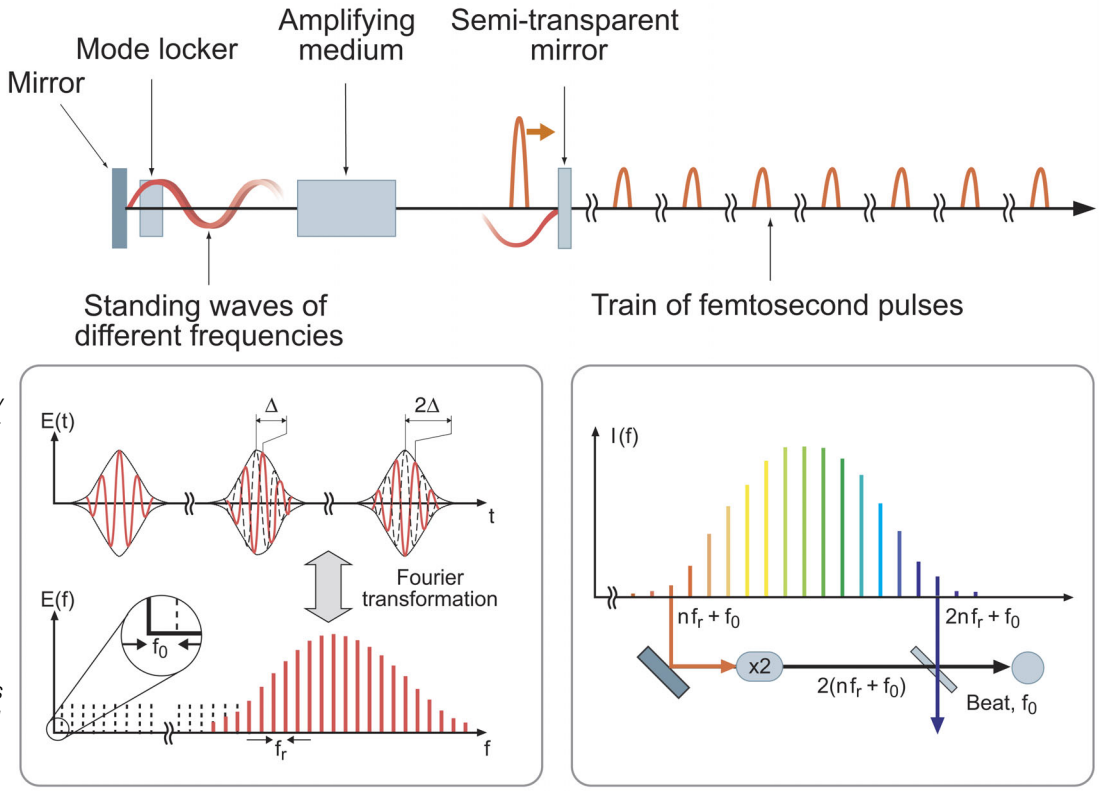


Figure 3. Principles of the frequency comb technique. The upper part of the diagram shows schematically how the laser pulses are created. The lower, left-hand diagram shows both the dependence of the pulses on time, where each pulse contains only a few vibrations, and how the modes are distributed among different frequencies. The spectral distribution consists of a comb of frequencies whose separation is extremely well-defined. The zero point of the spectrum is, however, unknown and represents a displacement f_0. By means of non-linear optical techniques the frequencies of the spectrum can be doubled, as shown in the lower, right-hand diagram. Its lowest frequency can then be compared with its original highest frequency and the displacement f_0 can be determined.

$$f_{opt} = f_n + f_{beat} \quad (3)$$

În 1999, la Garching, lângă München, Hänsch a utilizat pieptenele de frecvențe al unui laser fs, care acoperea un interval de aproximativ 50 nm din domeniul infraroșu (IR) apropiat. El a reușit astfel să amelioreze cu aproape trei ordine de mărime precizia de măsurare a frecvenței liniei spectrale de la 895 nm a atomului de ^{133}Cs. Acest experiment a permis o mai bună evaluare a constantei de structură fină. În plus, grupul lui Hänsch a evidențiat o extraordinară stabilitate relativă a frecvenței de repetare f_r, de ordinul 10^{-16}. În paralel, echipa de cercetare a lui Hall, la Boulder, a măsurat cu mare acuratețe frecvențele altor tranziții atomice, spre exemplu cea a liniei spectrale de la 778 nm a atomului de ^{87}Rb.

Rămâneau de rezolvat încă două probleme importante, care s-au dovedit a fi legate între ele:

- Lărgirea OFC, astfel încât să cuprindă domeniul vizibil;
- Măsurarea frecvenței de compensare f_o, necesară pentru determinarea valorii absolute a unei frecvențe optice.

În 2000, Hall a reușit o lărgire spectrală semnificativă a OFC prin automodularea unui puls fs într-o așa-numită fibră de cristal fotonic, în care o parte din substanță este înlocuită prin canale cu aer. Lărgimea OFC, situat inițial în IR apropiat, a fost mărită de la circa 60 nm la mai mult de 500 nm, acoperind acum aproape întreg domeniul vizibil. Astfel, întâi Hall și apoi Hänsch au realizat piepteni de frecvențe atât de largi încât limita frecvențelor înalte depășește dublul limitei frecvențelor joase. În acești OFC mai largi decât o octavă, armonica a doua a unui mod de joasă frecvență f_n poate interfera cu un mod de înaltă frecvență f_{2n}, iar frecvența bătăilor rezultate este exact frecvența de compensare f_o:

$$2f_n - f_{2n} = f_o \quad (4)$$

Recent, tehnica OFC a fost extinsă în domeniile ultravioletului îndepărtat (VUV) și extrem (XUV) devenite accesibile prin generarea de armonice superioare ale modurilor din pulsurile fs.

Enumerăm acum unele din perspectivele de viitor ale metrologiei frecvențelor optice, unde se poate atinge o precizie relativă de 10^{-18}. Aceasta va conduce la introducerea unui nou standard de măsurare a timpului printr-un ceas atomic optic sau poate chiar funcționând în domeniul razelor X. Va fi ameliorată precizia sistemelor de navigație bazate pe sateliți (GPS = *Global Positioning System*). Mari rețele de telescoape spațiale vor fi mai bine sincronizate. Vor apărea progrese și în dezvoltarea dispozitivelor spațiale destinate efectuării unor teste de precizie pentru Relativitatea generală, studiului isotropiei spațiului, precum și detectării undelor gravitaționale.

Măsurători de precizie sunt necesare în studiul relației materie-antimaterie. De exemplu, datele spectroscopice fundamentale pentru antihidrogen sunt de interes pentru descoperirea unor eventuale asimetrii între hidrogen și antihidrogen. De asemenea, este deja în curs studiul unor eventuale variații în timp ale constantelor fundamentale, la scara Universului, fără a se observa deocamdată nici o deviere.

În concluzie, spectroscopia laser de înaltă precizie va fi aplicată în rezolvarea multor probleme de interes principial sau practic, dintre care, desigur, unele nu pot fi anticipate.

Tudor A. Marian
Profesor la Facultatea de Fizică,
Universitatea din București

Physics Web

Rubrică îngrijită de Mircea Morariu

Cîmpurile electrice mișcă picăturile mici de apă

De mult timp a devenit un lucru știut că este bine ca apa să fie departe de echipamentul electric, dar cercetătorii din Japonia au descoperit un nou efect care sfidează această regulă. Masahide Gunji și Masao Washizu de la Universitatea din Tokyo au demonstrat că cîmpurile electrice pot fi utilizate pentru a mișca picăturile mici de apă în jurul unei suprafețe solide. Realizarea lor ar putea conduce la noi direcții pentru a executa experimente chimice mult mai rapid decît este posibil în prezent (J.Phys. D38,2417)

O nouă exoplanetă sfidează teoria

A fost descoperită o nouă planetă care orbitează în jurul unei stele într-un sistem triplu-stelar în constelația Cygnus. Planeta este un așa-numit Jupiter fierbinte, dar ea este mult mai aproape de steaua centrală decît au prezis teoriile curente ale formării planetare (Nature 436,230)

Sistemul solar devine mai mare

Este posibil ca astronomii să fi descoperit a zecea planetă din sistemul nostru solar - prima după Pluton acum 75 de ani. “2003 UB313”, așa cum a fost în mod curent denumită, este de 97 de ori mai depărtată de Soare decît Pămîntul – mai mult decît Pluton. Încă rămîne de văzut dacă comunitatea astronomică va accepta 2003 UB313 ca o planetă în sine, deoarece mulți astronomi afirmă că Pluton însuși nu este o planetă în sensul propriu.

Puritatea în favoarea nanotuburilor

Fizicieni din SUA au descoperit o nouă metodă pentru realizarea circuitelor electronice cu nanotuburi de carbon. Tehnica include imersiunea pastilelor semiconductoare într-o soluție purificată de nanotuburi, în comparație cu metoda convențională de creștere a nanotuburilor directpe pastile. Dispozitivele rezultate sînt mult mai bune decît cele produse pe alte căi. (Nature Materials 4,589)

Încă o realizare

Fizicieni din SUA au descoperit o modalitate simplă de a obține nanoparticule cu proprietăți magnetice potențial utile. J Ping Liu și colegii de la Universitatea Texas din Arlington au adăugat sare de masă ordinară la particule de fier-platină și apoi le-au încălzit pentru a produce nanoparticule care ar putea fi utilizate ca elemente de ansamblu pentru medii de înregistrare magnetică și în aplicații biomedicale.

Un nou tip de aur

Cercetătorii din SUA au descoperit un nou aliaj de aur de 18 carate care ar putea înlocui aliajele existente într-o varietate de aplicații din domeniul bijuteriilor, dentar, medical și electronic. Noul aliaj descoperit de către Jan Schroers și colegii săi de la Institutul de Tehnologie California și Tehnologii Metallichid, de asemenea din California, conține aur, cupru și siliciu, cantități mai mici de argint și paladiu. (Appl.Phys.Lett. 87, 061912)

Misiunea Cluster face o breșă

Un grup de oameni de știință europeni au descoperit un nou tip de vortexuri în magnetosfera Pamîntului. Vortexurile Alfvén cu derivă cinetică vizualizate de acest grup măsoară zeci de kilometri și au fost descoperite în datele de la misiunea Cluster. Anul trecut un alt grup a desoperit vortexurile Kelvin-Helmholtz, care sînt de mai mulți kilometri, date obținute de la aceeași misiune. Rezultatele ar putea ajuta la elucidarea efectelor turbulenței, atît în plasma din spațiu, cît și în cea din laborator. (Nature 436, 825) ■

International Conference on QCD and Hadronic Physics

Beijing, China, 16-20 June 2005

Seria conferințelor de vară dedicate fizicii particulelor a fost deschisă anul acesta de o prestigioasă manifestare organizată de Universitatea din Beijing în perioada 16-20 iunie 2005, având ca subiect cromodinamica cuantică și fizica hadronică. Conferința a avut scopul declarat de a realiza o trecere în revistă a domeniului, la peste 30 de ani de la constituirea cromodinamicii cuantice și la scurt timp după acordarea premiului Nobel pentru Fizică pe 2004 principalilor autori ai acestei teorii, Gross, Politzer și Wilczek (vezi *Curierul de Fizică* Nr. 52, martie 2005, pag.18).

După o excelentă perspectivă istorică (*"QCD: looking back and looking forward"*), prezentată în deschiderea conferinței de T. Appelquist de la Yale University, lucrările s-au desfășurat în sesiuni plenare și paralele, care au acoperit practic toate direcțiile actualei teorii a interacțiilor tari: teorii de câmp efective, simulări pe latici, structura și spectroscopia hadronilor, fizica mezonilor B, cromodinamica perturbativă, distribuții partonice, fizica ionilor grei și tranziții de fază QCD.

Teoriile de câmp efective (teoria chirală de perturbație, teorii efective pentru cuarcii grei, teorii "soft" coliniare, cromodinamică nerelativistă) înlocuiesc lagrangianul QCD exact prin grade de libertate efective, care exploatează simetriile fundamentale ale interacțiilor în domenii specifice. Comunicările prezentate (B. Moussallam, C. Bauer, G. Bodwin, S. Scherer, R. Lebed, I. Caprini, etc) au ilustrat puterea de predicție remarcabilă a acestor metode neperturbative în diverse sectoare ale QCD.

Simulările pe latici reprezintă cea mai riguroasă abordare neperturbativă a cromodinamicii cuantice. Tehnica a fost propusă de K. Wilson în 1974 și a cunoscut o dezvoltare spectaculoasă în ultimii ani, datorită pe de o parte folosirii unor calculatoare dedicate de mare putere, și pe de altă parte unor idei teoretice ingenioase privind tratarea fermionilor pe latici și extrapolarea chirală la mase mici ale cuarcilor. Conferința de la Beijing a dedicat un spațiu amplu acestui subiect. Prezentările unor personalități marcante în domeniu (A. Kronfeld, J. Negele, H. Neuberger, A. Ukawa, J. Kuti) au demonstrat că metoda simulărilor pe latici e acum capabilă să facă predicții de mare precizie, lucru imposibil în trecut.

Structura și spectroscopia hadronilor constituie un subiect de mare interes actual, mai ales în urma descoperirii unor stări care par a se abate de la regula standard conform căreia barionii sunt compuși din trei cuarci iar mezonii dintr-un cuarc și un anticuarc. Existența unor hadroni "exotici", reprezentând fie stări gluonice pure ("gluonium"), fie stări hibride cuarc-gluon, e greu de dovedit experimental. Recent, câteva experimente au raportat existența unor rezonanțe înguste, care pot fi interpretate fie ca stări multi-cuarc (tetracuarci sau pentacuarci), fie ca "molecule" formate din hadroni ușori. Statutul faimosului pentacuarc Q(1540), care nu a fost regăsit în experimente dedicate cu statistică mare, a fost discutat în detaliu de T. Nakano. Alte progrese recente în domeniu au fost prezentate de E. Klempt, S. Jin. M Pennington și alții. Spectroscopia hadronilor de mase joase și intermediare e un subiect familiar la Beijing, unde o largă colaborare internațională efectuează experimente de mare acuratețe cu spectrometrul BES la acceleratorul BEPC (Beijing Electron Positron Collider).

Cromodinamica cuantică joacă un rol crucial în interpretarea rezultatelor de la "fabricile" de mezoni B, care au ca scop măsurarea violării simetriei CP în Modelul Standard. Diverse metode de includere a efectelor interacțiilor tari în dezintegrările slabe ale mezonilor B au fost discutate, între alții, de D. Barnard, M. Beneke, C. Bauer, R. Fleischer și D. S. Du.

Tratarea perturbativă a cromodinamicii cuantice, bazată pe libertatea asimptotică, rămâne principala legatură cantitativă cu experimentul în procese "hard" (cu transfer mare de impuls). În ultimii ani domeniul a înregistrat mari progrese, concretizate în calculul funcției beta a grupului de renormare și al corecțiilor radiative QCD pentru multe procese (inclusiv producerea bosonului Higgs la LHC) în ordine superioare de perturbație (NLO și NNLO). La Beijing, cromodinamica perturbativă a fost discutată, între alții, de S. Brodsky, B. Kniehl, D. Soper și C.S. Li. Rezultatele recente privind determinarea funcțiilor de distribuție partonice, care permit calculul secțiunilor hadronice pe baza formulei de factorizare, au fost trecute în revista de S. Forte, J. Bartels și A. Schaefer. În acest domeniu principalele progrese privesc înțelegerea mai bună a funcțiilor de distribuție la valori mici ale fracțiunii de impuls longitudinal al partonilor ("low-x physics"), precum și definirea funcțiilor de distribuție generalizate, care depind explicit de impulsul tranversal al partonilor.

Înțelegerea mecanismului de confinare a avansat mult în ultimii ani datorită simulărilor pe latici la densități și temperaturi finite, după cum au indicat prezentările făcute de H. Satz, T. Hatsuda, S. Aoki și J. Kuti. Aceasta a permis și studiul tranziției de fază care conduce la deconfinarea culorii și la restaurarea simetriei chirale la temperaturi înalte. Rezultatele experimentale de la RHIC privind descoperirea plasmei cuarc-gluonice în ciocniri de ioni grei au fost trecute în revistă de J. W. Qiu și X. N. Wang. Efectul cel mai interesant observat experimental este absorbția unui jet în ciocniri centrale Au-Au, ca probă pentru formarea unei regiuni de materie fierbinte de mare densitate. Posibilitatea formării unei noi stări a materiei, "color glass condensate", ca limită coerentă a QCD la energii mari, a fost discutată de L. McLerran.

În ansamblu, așa cum a subliniat în final G. Altarelli de la CERN, conferința a confirmat faptul că cromodinamica cuantică este în momentul de față o teorie puternică, cu numeroase ramuri în plină înflorire. Conținutul fizic al QCD este extrem de vast, și cunoașterea, în special în domeniul neperturbativ, este încă limitată. Dar toate predicțiile QCD formulate până în prezent sunt în bună concordanță cu rezultatele experimentale, iar progresele, atât în domeniul experimentelor (la HERA, Tevatron, RHIC, LHC…), cât și din partea teoriei, continuă într-un ritm susținut.

Irinel Caprini

Simpozionul Internațional „Low-x Physics”

Sinaia, 29 iunie–2 iulie 2005

În cadrul manifestărilor organizate în România în Anul Mondial al Fizicii 2005 s-a înscris și o interesantă reuniune internațională de fizica particulelor, care a avut loc la Sinaia în perioada 29 iunie–2 iulie 2005. Conferința a fost organizată de Institutul Național de Fizică și Inginerie Nucleară – Horia Hulubei (organizatori Irinel Caprini și Sabin Stoica), în colaborare cu CEA-Saclay (Franța), cu suport din partea MEdC și a programului ECONET al Ministerului de Externe al Franței.

Manifestarea a permis integrarea României în circuitul unui eveniment științific internațional de înalt nivel, care are loc în diverse țări prin rotație (precedentele reuniuni au avut loc la Praga, Antwerpen, Cracovia, Oxford, etc). În cadrul manifestării s-au prezentat cele mai noi rezultate, experimentale și teoretice, privind structura protonului și fenomenele specifice care apar la valori mici ale variabilei Bjorken *x*, care descrie fracțiunea din impulsul longitudinal al hadronului preluată de partoni (cuarci și gluoni). În această limită, teoria perturbațiilor a cromodinamicii cuantice (QCD) nu mai este aplicabilă, și sunt necesare metode neperturbative.

Conferința a fost structurată pe cinci sesiuni plenare: fenomene de saturație la impulsuri mici ale gluonilor, funcții de distribuție partonice, producere de jeturi hadronice, difracție la energii înalte și împrăștiere Compton cu fotoni virtuali. Fiecare sesiune a cuprins lecții invitate, comunicări orale și o sesiune de discuții. Prezentările experimentale au fost făcute de raportori oficiali de la cele mai importante experimente de fizica energiilor înalte din lume: D0, CDF și NuTev de la acceleratorul Tevatron (Fermilab, SUA), H1 și ZEUS de la acceleratorul HERA (DESY-Hamburg, Germania), RHIC (Brookhaven, SUA), precum și de la două experimente în construcție la LHC (CERN). În domeniul teoretic conferința a beneficiat de participarea unor personalități de prestigiu: I. Balitsky (SUA), J.P. Blaizot (Franța), K. Golec-Biernat (Polonia), E. Iancu (Franța), E. Levin (Israel), L. Lipatov (Rusia), U. Maor (Israel), L. McLerran (SUA), R. Peschanski (Franța), D. Ross (Anglia), G. Shaw (Anglia).

Din partea României la manifestare au participat teoreticieni și experimentatori din domeniul particulelor din IFIN-HH și ISS. Manifestarea a fost deosebit de utilă pentru fizicienii români implicați în experimentele ATLAS și LHCb din programul LHC de la CERN.

Irinel Caprini

Carpathian Summer School of Physics 2005 “Exotic Nuclei and Nuclear/Particle Astrophysics”

Mamaia,Constanța, 13 - 24 iunie 2005

Între 13 și 24 iunie 2005 s-au desfășurat la Mamaia lucrările școlii de vară de fizică nucleară. Denumită Carpathian Summer School of Physics 2005 (CSSP05), a avut titlul “Exotic Nuclei and Nuclear/Particle Astrophysics”. Reia tradiția atât de bogată a școlilor internaționale de vară desfășurate până acum la Predeal și Poaina Brașov, tradiție frântă cumva după ultima ediție din 2000. Aceasta este, după unele opinii, a XX-a ediție. Atât în opinia noastră, a organizatorilor, cât și judecând după repetatele aprecieri superlative ale participanților, școala a fost un mare succes. În primul rând de participare: au răspuns chemărilor adresate de un Comitet de Organizare mixt româno-american peste 50 de profesori invitați și un număr și mai mare de “studenți”. Lista de participanți cuprinde peste 120 de nume, de pe 5 continente ! Fără ca noi, organizatorii, să ne fi propus în mod special să avem o reprezentare a fiecărui continent. Chiar dacă nu toți au putut rămâne întreaga perioadă, la maximul de participare am avut peste 80 de persoane prezente. Ca organizator “din afară” de data asta, am avut tot timpul o strângere de inimă în ce privește numărul de participanți români și mai ales de participanți tineri. Am fost plăcut surprins să văd numărul mare de participanți tineri și români, un lucru foarte pozitiv și un semn că IFIN a făcut eforturi deosebite pentru a asigura sau ușura financiar participarea a ceea ce este în fapt viitorul său, la această manifestare științifică. Pentru asta, conducerea IFIN, dr. N.V. Zamfir în primul rând, șefii de secții și de contracte, trebuie felicitați. În al doilea rând a fost un success de plasare: atât alegerea Mamaiei, cât și a hotelului Savoy ca loc de desfășurare s-au dovedit foarte inspirate. Toți participanții străini, fără excepție, au admirat locația și condițiile foarte bune de la locul conferinței. A fost un prilej excelent de reclamă pentru loc și pentru România în general, la un moment în care ambele au nevoie de ea. În al treilea rând, și nu în ordinea importanței, a fost un succes din punctul de vedere al calității științifice a lecțiilor și contribuțiilor prezentate, a echilibrului între subiectele prezentate și a grupării lor în program, ținând seama de caracterul tradițional mixt de școală-conferință. Toți participanții au exprimat această apreciere, de la cei cu mare experiență, până la proaspeții studenți. Mă abțin de la a menționa cele mai reușite lecții, ar fi prea multe.

Într-un al patrulea rând, de un succes deosebit s-a bucurat programul “extracuricular”, simplu și echilibrat, oferit participanților. Excursia din Delta Dunării, sâmbătă 18 iunie, a fost folosită de mine în perioada pregătirii școlii pentru a atrage (dacă mai era nevoie) prezența multor participanți. Realitatea care li s-a înfățișat tuturor a depășit însă cu mult tot ce se așteptau, fără excepție toți participanții străini au fost șocați de frumusețea și mărimea Deltei, de diversitatea ei. Nu știau că Europa poate avea așa ceva ! După această excursie, Delta și România au mai mulți prieteni, informați, în organismele europene și științifice ! Și dacă vremea în general nu ne-a ajutat pe

continuare în pag. 14 ➲

Școala de Vară DAAD
"Trends in Contemporary Optics"

Sinaia, 25 septembrie - 8 octombrie 2005

În perioada 25 septembrie - 8 octombrie 2005 s-au desfășurat la Sinaia cursurile Școlii de Vară DAAD "Trends in Contemporary Optics", organizată sub auspiciile Facultății de Fizică a Universității din București (Prof. dr. Tiberiu Tudor, Co-Director al Școlii DAAD), Institutului de Fizică și Inginerie Nucleară IFIN-HH (Prof. dr. Dumitru Mihalache) și Academiei Române (Prof. dr. Valentin I. Vlad). Cheltuielile ocazionate de desfășurarea acestei școli au fost suportate integral de DAAD (German Academic Exchange Office), Bonn, ca urmare a acceptării finanțării unui proiect înaintat la DAAD, Bonn, de către Prof. dr. Falk Lederer de la Universitatea din Jena (Director al Școlii DAAD) și Prof. dr. Dumitru Mihalache (Grupul de Fotonică din Departamentul de Fizică Teoretică, IFIN-HH).

Cursurile Școlii de vară ținute de specialiști de talie internațională din Germania și România având rezultate originale în domeniul Opticii și Fotonicii publicate în reviste cu factori de impact foarte mari (Nature, Progress in Optics, Physics Reports, Physical Review Letters, Applied Physics Letters, Optics Letters, Optics Express, Journal of the Optical Society of America A, B, Physical Review A, B, E, etc.) pentru un număr de 20 de tineri studenți, masteranzi și doctoranzi români de la Universități și Institute de Cercetare de profil din București și din țară selectionați pe bază de competiție, au fost concentrate pe unele tendințe actuale ale Opticii și Fotonicii: componente microoptice, microfotonică și nanofotonică, microlaseri, rețele neuronale în optică, solitoni optici, transmisia și prelucrarea complet optică a informației, optica cuantică și informație cuantică. Prof. dr. Ulf Peschel (Univ. din Jena și Univ. Regensburg) a deschis cursurile Școlii DAAD cu lecții privind conceptele de bază ale opticii și fotonicii moderne. În continuarea acestor lecții introductive, Dr. Carsten Rockstuhl de la Universitatea din Jena a familiarizat cursanții cu metodele numerice folosite curent în optică și fotonică, în particular metode cu diferențe finite de tipul "finite difference time domain" folosite în studiul cristalelor fotonice. De asemenea, s-a ilustrat versatilitatea software-ului comercial MATLAB în studiul diferitelor fenomene optice. Prof. dr. Tiberiu Tudor a prezentat teoria modernă a polarizării optice folosind bagajul de cunoștințe din mecanica cuantică. De asemenea, Prof. dr. Ulf Peschel a prezentat unele elemente de optică a sistemelor discrete, un domeniu foarte fecund din punct de vedere al rezultatelor noi și spectaculoase obținute în anii din urmă.

Problemelor aplicative și tehologice ale opticii și fotonicii moderne le-au fost dedicate o serie de lecții prezentate de specialiști germani având un înalt prestigiu pe plan mondial: Johann-Peter Reithmaier (Univ. Wurzburg și Univ. Kassel), lecții privind componentele optoelectronice, în particular laserii cu puncte cuantice ("quantum dot lasers"), Prof. dr. Ernst-Bernhard Kley (Univ. Jena), lecții privind microfabricarea componentelor microoptice, Prof. Roland Schiek, lecții privind componente și dispozitive pentru procesarea complet optică a informației. De un interes deosebit s-a bucurat prezentarea facută de dr. Udo Truschel (DOOS, Germany) în legătură cu posibilitatea folosirii rețelelor neuronale în optica modernă. Cercetările recente în domeniul cristalelor fotonice care sunt de mare importanță tehnologică pentru realizarea dispozitivelor fotonice de prelucrare complet optică a informației au fost prezentate în detaliu de Prof. dr. Falk Lederer. Prezentarea rezultatelor recente în domeniul solitonilor optici (spațiali, temporali, spațiotemporali) s-a făcut într-o serie de lecții susținute de Prof. dr. Falk Lederer (solitoni temporali în fibre optice, solitoni spațiali în sisteme discrete), Prof. dr. Roland Schiek (solitoni spațiali în cristale cu neliniarități optice pătratice), Prof. dr. Valentin Vlad (solitoni spațiali în medii fotorefractive), Prof. dr. Dumitru Mihalache (solitoni spațiotemporali). La finalul Școlii, dr. Christine Silberhorn de la Univ. Erlangen a prezentat câteva lecții introductive într-un domeniu foarte la modă în ultimii ani, cel al opticii cuantice. S-au prezentat în detaliu conceptele de bază în domeniul informației cuantice și comunicației cuantice, având în vedere posibilitatea ilustrării acestor concepte în cadrul experimentelor de optică cuantică.

Concluzionând, putem spune că la reușita Școlii DAAD de la Sinaia au contribuit în egală masură atât nivelul înalt de profesionalism al profesorilor invitați cât și tinerii cursanți care s-au dovedit interesați de progresele spectaculoase din ultimii ani ale Opticii și Fotonicii.

Dumitru Mihalache

➲ *continuare din pag. 13*

parcursul școlii, în acea zi a fost superbă. La fel de apreciată a fost seara de gală din final, desfășurată în cadrul unui adevărat festival folcloric și culinar, o nuntă românească.

Ținem să mulțumim sponsorilor evenimentului, în primul rând celui major UNESCO-ROSTE, biroul din Veneția, dar și celor care au participat cu sume mai modeste: MEdC, Orange-România, Universitatea Ovidius. Fără ei eforturile noastre de a avea mulți participanți tineri ar fi fost mult mai puțin fructuoase. Participanții au exprimat deasemeni aprecieri și mulțumiri către noi, organizatorii: dr. S. Stoica cu echipa de secretare tehnice și financiare din IFIN (Aurora și Sanda), dr. R.E. Tribble, eu și dr. G. Tăbăcaru (Texas A&M University), dr. Mihai Horoi (Central Michigan Univ) și nu ezit să o spun, căci am simtit că "a iesit bine" ! Nu în ultimă măsură, doi șoferi din IFIN au asigurat transportul Otopeni-Mamaia și retur, salvând situația pe timpul grevei CFR.

Închei cu exprimarea speranței că nu va trebui să așteptăm 5 ani până la următoarea ediție și că numele Carpaților și al Mamaiei va rămâne înscris pe lista manifestărilor științifice internaționale de prestigiu.

Livius Trache

Secretar științific CSSP05

Se doreşte reforma în cercetarea ştiinţifică din România ?

Pentru a discuta despre reforma în cercetarea românească voi identifica o serie de teme care ar trebui mai bine precizate. Fără pretenția de a epuiza subiectul, cred că aceste teme sînt următoarele: ce putem cere de la clasa politică, ce propun cercetătorii înșiși (în măsura în care pot să vorbescă cu o singură voce), ce putem cere de la comunitatea europeană și ce putem cere de la *media*.

1. Ce putem cere de la politicieni

De obicei discuțiile despre starea cercetării științifice se blochează deoarece cea mai frecventă cerință este "să se dea mai mulți bani". Imediat politicenii argumentează (mai mult sau mai puțin sincer) că nu sînt bani. Se invocă imediat exisența școlilor care stau să se dărîme, spitalele în care trebuie să vii cu aspirina de acasă, etc. Mă gîndesc totuși că un politician care decontează facturi de cîteva sute de mii de euro pe an nu ar avea căderea morală să invoce un astfel de argument (ca și partidul care l-a făcut "om").

Punctul meu de vedere este că **NU trebuie să se ceară mai mulți bani de la guvern**, ci să se lupte pentru a stăvili risipirea fondurilor existente. Se poate demonstra relativ ușor că multe dintre fondurile destinate cercetării sînt alocate fără transparența cuvenită unor proiecte pseudo-științifice și unui aparat birocratic excedentar.

Să încercăm să lămurim și în ce măsură putem considera că un guvern face reformă într-un mod autentic. Cred că putem găsi un criteriu la îndemîna oricui: fiecare dintre noi poate constata dacă în propriul domeniu de competență reforma este autentică. Este foarte dificil de acceptat că peste tot se face reformă cu excepția propriului domeniului de interes. (Din nefericire, fosta guvernare CDR a abuzat de acest tip de argument). Chiar dacă lucrurile ar sta așa, atunci miniștii autentic reformiști ar trebui să realizeze că eforturile lor devin mai puțin credibile datorită unor colegi de guvern care s-au hotărît să ducă o viață comodă, fără a zdruncina prea mult mafiile pe care le-au moștenit. În condițiile specifice ale României cred că mai putem avansa un criteriu al reformei autentice și anume reacția opoziției. Deși nu sînt specialist în probleme juridice, atacurile furibunde împotriva dnei ministru Monica Macovei mă fac să cred că domnia sa chiar încearcă să dizloce sistemul mafiot pe care l-a găsit atît de bine pus la punct de vechea guvernare.

Am mai spus în repetate rînduri în CdF că în România a existat o parte a intelectualității autohtone, provenind cu precădere, din disciplinele exacte (matematică, fizică, chimie, biologie, unele științe inginerești, etc.) care a reușit să păstreze standarde științifice onorabile chiar și în vechiul regim. Aceste discipline nu erau supuse unui control ideologic strict (în afara unor aberații care cereau tuturor cercetătorilor să participe activ la dezvoltarea economiei, minimizîndu-se unul din cele mai performante sectoare ale cercetării românești și anume cercetarea fundamentală) așa că s-au putut publica articole în reviste de circulație internațională și înainte de 1989. Din acest motiv exista în acel moment un grup de cercetători de cca. 2000 de persoane care aveau CV-uri absolut similare cu cele ale colegilor lor din apus. Din păcate acest grup scade numeric, pe de o parte prin "ieșiri" din sistemul academic (pensionări, emigrație, etc.) și pe de altă parte prin lipsa unei politici coerente de atragere a tinerilor dotați (care preferă în majoritate să își încerce norocul pe alte meleaguri). Totuși acest grup este încă suficient de semnificativ pentru a putea contribui la relansarea cercetării românești.

2. Ce pot propune cercetătorii

Mai întîi să reamintim pe scurt cîteva probleme ale sistemului academic românesc.

Voi începe cu învățămîntul superior. Încercările de reformă autentică, cum a fost reforma învățămîntului începută de dl Andrei Marga, au fost influențate prea mult de diverse considerații de natură pedagogică. În schimb nimeni nu a avertizat asupra imensei risipe de fonduri alocate unui învățămînt neperformant. Știm cu toții ce șoc a produs primul bacalaureat corect organizat (la care nu s-a putut copia) și care a arătat că aproape jumătate din elevi au tocat de pomană banii statului în cei patru ani de liceu. Din cîte știu există la ora actuală mai multe universități de stat decît județe (la care se adaugă și puzderia de universități particulare). Nu am nici un dubiu că un examen de tipul bacalaureatului organizat de dl. Marga, dar cu absolvenții acestui sistem de învățămînt superior hipertrofiat, ar conduce la aceeași concluzie: bugetul a fost irosit pe studenți care nu au habar de materia din programa facultății pe care cu onor au absolvit-o. Asupra puținelor cadre didactice care produc și rezultate științifice autentice se exercită o presiune constantă pentru coborîrea standardelor la examene, tolerarea copiatului, etc. pe principiul că fără mulți studenți se pierd normele didactice. Mai mult, există la ora actuală o adevărată industrie de produs doctori în științe pentru care standardele sînt la fel de precare iar plagiatul nu mai consituie o problemă de conștiință. Cum își poate imagina cineva că se poate face reformă fără a stopa acestă risipă și fără a restabili o corelație între diversele diplome și competența autentică ?

În ceea ce privește cercetarea științifică, toți miniștrii de resort de după 1989 au încercat să acrediteze ideea că în apus cercetarea fundamentală se face numai în universități, de aici decurgînd că structuri de tipul Institutelor Naționale din cadrul Ministerului Educației și Cercetării (MEdC) sau Academiei Române (AR) ar fi niște moșteniri ale trecutului de tip sovietic. Acestă premiză este complet falsă și poate fi demontată ușor studiind sistemele academice din Italia, Germania, etc. Singurul scop al acestei pseudo-alinieri la modelele europene a fost de a justifica fonduri nejustificat de mari pentru sistemul hipertrofiat al Universităților.

Finanțarea cercetării în cadrul MEdC se face în momentul de față după un sistem "original" (în sensul rău al cuvîntului) prin programe de tip CERES, RELANSIN, NUCLEU, etc. Acest mod s-a dovedit inflexibil, birocratizat și împovărător pentru cercetarea propriu zisă: a) O serie de condiții restrictive asupra modului de cheltuire a fondurilor anulează practic independența de acțiune a directorilor de proiecte. b) Proporțiile birocratizării pot fi cu ușurință deduse dintr-un exemplu foarte simplu: un departament de dimensiuni medii (cca. 40 de persoane) trebuie să "producă" anual peste 7000 de pagini sub forma unor rapoarte, procese verbale, centralizatoare, a căror certificare se face cu ajutorul a peste 5000 de semnături ! c) Modul de finanțare este împovărător pentru cercetarea propriu zisă deoarece o parte din fondurile obținute în urma acestor competiții nu este destinată direct activității de cercetare, ci pentru plata de utilități (gaz, lumină, energie) și remunerarea aparatului

birocratic, funcționarea bibliotecilor de specialitate, accesul la internet, etc. c) Lipsa de transparență a modului de cheltuire a fondurilor - în general mai mult de 45% din sumele totale alocate - face posibilă risipirea acestora și chiar deturnarea lor în interesul celor care le manevrează și nu sînt implicați propriu zis în cercetare. d) În fine, nepublicarea sumelor cerute de executanții proiectelor cîstigătoare, de evaluatorii acestora și a sumelor alocate în final, nu fac decît să dovedească dorința de a menține un control nejustificat asupra sumelor derulate în cadrul acestor programe pentru satisfacerea unor interese obscure.

Experiența a arătat că acest mod de alocare a fondurilor conduce la finanțarea unor proiecte de pseudo-știință, a unora care nu dovedesc impactul economic clamat, sau chiar a unor proiecte cu autori aflați în conflict de interese cu poziția administrativă pe care o dețin.

După cum se constată din cele de mai sus există două obstacole: a) de natură birocratică; b) existența unor standarde științifice precare.

Voi porni de la observația că în UE și SUA personalul cu putere de decizie din sistemul academic (în cazul nostru MEdC) este format din cercetători care au avut o carieră științifică onorabilă și care preferă ca la un moment dat să se ocupe de politica științei. Pregătirea lor anterioară le asigură un simț al valorii. Personalul cu pregătire managerială are de regulă un rol subordonat și anume de a executa din punct de vedere tehnic deciziile de natură științifică luate de cei calificați în domeniu. O pregătire în "management" științific nu este suficientă pentru luarea unor astfel de decizii. Multe erori ale sistemului academic românesc se datorează influenței disproporționate pe care o au astfel de "manageri" științifici care nu au de fapt o pregătire științifică adecvată (un doctorat de prestigiu bazat pe lucrări publicate în reviste de circulație internațională, etc.)

În ceea ce privește standardele științifice, putem constata că deși MEdC are la dispoziție toată informația relevantă (inclusiv baza de date ISI) folosirea acestor date (sau implementarea dacă se preferă un limbaj mai "european") lipsește. A trebuit ca o organizație neguvernamentală (Ad-Astra) să facă o astfel de analiză dar din cîte am aflat, atunci cînd fostul ministru Miclea a propus ca finanțarea să se facă ținînd seama de această analiză, a fost întîmpinat cu un cor de proteste din partea unor persoane cu pretenții de reformiști și cu influență în *media*.

S-ar putea argumenta că diversele organizații profesionale nu sînt pregătite să propună criterii de evaluare care să ne apropie de standardele occidentale. Voi exemplifica comparînd cu lumea literaților. Din cîte știu pentru a deveni membru al Uniunii Scriitorilor orice candidat trebuie să dovedească că are publicate trei cărți precum și trei cronici favorabile într-unul din săptămînalele de prestigiu. Chiar și așa sînt voci care spun că s-a intrat prea ușor în US. Prin comparație nu cred că Societatea Română de Fizică are astfel de grile la intrare. (În paranteză fie spus, cu cîțiva ani în urmă redacția CdF a fost aspru dojenită de diverși colegi pentru publicarea unor articole cam "extravagante" despre teoria relativității. Mă întreb ce se va întîmpla dacă mîine autorul acelor articole își exprimă dorința să devină membru al SRF: există vreo prevedere statutară care să prevină admiterea sa ?) Ce vreau să subliniez este că fără ca propria noastră comunitate să se preocupe de impunerea unor standarde de onorabilitate științifică nu putem spera ca cineva "din exterior" să vină și se le impună.

Cred că o selecție atentă a personalului din sistemul academic precum și simplificare radicală a sistemului de finanțare și evaluare a activității de cercetare ar rezolva multe dintre probleme și ar permite relansarea activității de cercetare într-un viitor mai prosper.

Îmi permit să mai reamintesc o serie de propuneri care au mai apărut în CdF și care ar merge în această direcție: a) Apartenența unui cercetător sau a unui laborator la sistemul de cercetare fundamentală trebuie **dovedită** prin evaluări periodice, prin cercetarea fundamentală înțelegînd cea de natură teoretică, experimentală sau cercetarea aplicativă de vîrf ("applied science"). b) Evaluările trebuie să țină seama numai de criteriile internaționale ale comunității științifice (lucrări publicate în reviste de circulație internaționale, citări în astfel de reviste, colaborări internaționale de prestigiu, participări la conferințe și congrese internaționale, etc.) c) Este extrem de important ca "panel"-urile de evaluatori să cuprindă cît mai mulți experți din UE și SUA. Colaborarea unor astfel de experți poate fi solicitată pe bază de voluntariat (după modelul referenților anonimi ai revistelor de prestigiu). Numai în acest mod se pot elimina suspiciunile de incorectitudine ale evaluărilor interne. Aceste evaluări trebuie suplimentate cu analize de tip scientometric. d) Singura obligație a cercetătorilor ar trebui să fie prezentarea unui raport anual detaliat cu rezultatele obținute. Aceste rapoarte individuale trebuie apoi sintetizate în rapoarte departamentale și în sfîrșit în rapoarte de institute. (Menționez că în institute de prestigiu cum ar fi Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară - "Horia Hulubei" aceste rapoarte apar deja de cîțiva ani). Aceste rapoarte trebuie supuse evaluării științifice a comisiilor de experți (cu participare internațională). e) În caz de evaluare pozitivă a unui departament, laborator, etc. ordonatorul de credit (în speță MEdC) trebuie să își asume obligativitatea finanțării de bază (plata facilităților: energie electrică, apă, gaze, telefon, internet, consumabile, achiziționarea de cărți și reviste, plata aparatului administrativ, etc.) precum și asigurarea unui salariu minim care poate depinde de evaluarea respectivului departament, laborator, etc. f) Evaluările individuale în vederea unor finanțări suplimentare din contracte de cercetare și granturi pot fi folosite atît pentru salarii suplimentare, cît și pentru participarea la diverse activități științifice (colaborări internaționale, deplasări la congrese și conferințe, achiziționare de aparatură, etc.). g) Cercetarea cu impact economic trebuie supusă unui regim special și anume existența unor beneficiari din economia reală dispuși să investească în respectivele proiecte. Nu este admisibil să se finanțeze majoritar de la buget cercetări care pretind că au impact economic dar nu pot dovedi acest lucru. h) Participările la colaborările internaționale de prestigiu de tip CERN, trebuie supuse unor evaluări separate care să țină seama atît de competența internă în domeniu cît și de efectul asupra sistemului academic românesc, asupra prestigiului țării, etc. Același lucru trebuie să fie valabil și pentru achiziționarea și exploatarea unor facilități experimentale costisitoare.

Aș atrage atenția cititorilor CdF asupra unei scrisori redactate de directorii institutelor din sistemul IFA și adresată conducerii MEdC în care se pot găsi multe din ideile de mai sus (vezi pagina de web a IFIN).

3. Ce putem aștepta de la Uniunea Europeană și de la *media*

Mi-ar făcea plăcere să putem rezolva măcar o parte din problemele de mai sus prin forțe interne de tipul coaliției pentru o "guvernare curată". În fond, cine nu respectă niște standarde profesionale nu respectă implicit nici standardele etice. De asemenea nu trebuie uitat că diverșii experți de prin ministere provin din acest sistem academic cu

standarde precare. Așa încît cred că viitoarea "Coaliție pentru o guvernare curată" trebuie să își propună atît expunerea publică a eventualelor afacerilor necurate ale actualilor guvernanți, dar și impostura din viața academică. De exemplu, o "guvernare curată" trebuie să insiste ca în consiliile de specialiști ai Ministerului Educație și Cercetării, Academiei, etc. să apară doar cercetători cu CV-uri comparabile cu cele ale colegilor din apus iar reforma să fie implementată de aceștia și nu de diverși specialiști în "management" ai ministerului (mult plimbați în străinătate pe banii țării la diverse specializări, "training"-uri, etc.) Pentru ca această soluție să fie viabilă comunitatea noastră ar trebui să aibă un puternic suport *media* ceea ce nu este ușor de realizat. Știm cu toții ce rar și greu se publică (chiar în ziare și săptămînale respectabile) articole dedicate cercetării științifice. Cred că o parte din problemă este datorată și unei aparente falii dintre comunitatea cercetătorilor din științele "dure" și cei din disciplinele socio-umane. Aceștia din urmă au fost mult mai afectați de controlul ideologic al vechiului regim iar acomodarea la standardele științifice internaționale pare mult mai stranie și trezește mult mai multă emoție decît în fizică spre exemplu (unde entuziasmul este departe de a fi unanim, dar măcar există). Am citit recent declarația nonșalantă a decanului ASE apropo de clasificarea universităților românești făcută de asociația Ad-Astra. Domnia sa declara că economiștii nu au articole publicate în revistele din fluxul principal pur și simplu pentru că nu și-au propus asta ! (No comments).

Există de asemenea multe persoane influente în *media* care deși sînt persoane absolut onorabile din punct de vedere etic, au o vastă cultură generală și un cert farmec, nu au o operă științifică în sensul în care îl înțelegem noi; validarea de către o piață de idei internațională – cum ar fi criteriile de tip ISI – este privită cu o oarecare reticență. (Filozoful M. Flonta atrăgea atenția asupra acestei stări de fapt într-un recent interviu publicat în revista *Observator Cultural*.) Nu trebuie să ne așteptăm ca aceste persoane să lupte pentru cauza noastră. În cel mai bun caz vom avea parte de o neutralitate binevoitoare. De aceea este important ca propria noastră comunitate să se organizeze impunînd standarde minimale, propunînd soluții și încercînd să fie în atenția publicului fie și numai prin CdF ! Ar fi un bun început pentru o acoperire mai mare și o pătrundere în clubul "formatorilor de opinie".

În sfîrșit să ne îndreptăm atenția asupra ceea ce putem aștepta de la Uniunea Europeană. Ar trebui să ne întrebăm mai întîi de ce reprezentanții UE au acceptat sistemul academic actual din România și au încheiat așa de ușor negocierile pe capitolul învățămînt-cercetare ? Aceasta cu atît mai mult cu cît acest domeniu este mult mai ușor evaluat decît domeniile economice, reforma implică fonduri mult mai mici iar o reformă autentică în învățămînt-cercetare ar fi o garanție a seriozității reformei și în alte domenii. Nu este ușor de dat un răspuns la această întrebare. Am colegi care consideră că de fapt UE dorește România să fie doar ca o colonie care nu are nevoie de prea multă cercetare sau de un învățămînt performant. Nu aș merge atît de departe. Cred că procesul de integrare europeană a devenit controlat în bună parte de un aparat birocratic de la care nu ne putem aștepta la acte de curaj politic dar ne putem aștepta să accepte diverse aranjamente politice (cum ar fi încheierea negocierior de aderare în plină campanie electorală). De altfel votul francez și cel olandez a penalizat în bună parte acest aparat birocratic care s-a înțeles atît de bine cu omologul său autohton.

Exstă fără îndoială și birocrați europeni de bună credință dar aceștia ar trebui să realizeze impresia total dezagrebilă pe care o produc în mediile academice românești. Nu e suficientă cultivarea bunelor relații cu intelectalitatea umanistă cu impact în media. Aș prefera să închei relatînd o mică istorie povestită de un coleg întors de la o colaborare științifică într-o universitate prestigioasă din apus. Colegul meu și-a întrebat colaboratorul (o persoană influentă în propria comunitate științifică) dacă îl poate pune în legătură cu decidenți politici, jurnaliști, etc. din apus cărora să le pledeze cauza cercetării românești. Colaboratorul colegului meu a început să rîdă și i-a spus: "Nu ai nici o șansă. Cei pe care vrei să îi contactezi ne urau cînd eram colegi de liceu pentru că noi aveam o gîndire abstractă și înțelegeam matematica și fizica. Cred că ne urăsc și acum !" Oare așa să fie ?

D. R. Grigore

Medalia Dirac acordată fizicienilor din domeniul materiei condensate

Sam Edwards de la Universitatea Cambridge și Patrick Lee de la Institutul de Tehnologie Massachusetts au primit Medalia Dirac pe acest an acordată de către Centrul Internațional de Fizică Teoretică Abdus Salam. Edwards a cîștigat premiul pentru "contribuțiile sale fundamentale la fizica polimerilor, teoria sticlelor de spin și fizica materiei granulare", iar Lee pentru "contribuțiile sale de pionerat la înțelegerea sistemelor many-body dezordonate și de interacțiune puternică".

Un nou aspect privind forța slabă

O colaborare internațională a fizicienilor din domeniul particulelor a realizat noi măsurători care aruncă mai multă lumină asupra forței slabe, care este responsabilă pentru dezintegrarea radioactivă beta. Rezultatele, care sînt în acord cu Modelul Standard, arată că intensitatea forței slabe care acționează asupra a doi electroni se micșorează cînd electronii sînt separați la distanță. "Fizicienii s-au așteptat de mult timp ca interacțiunile de forță slabe să fie mai slabe la distanțe mai mari, dar dovada n-a fost ușor de obținut" afirmă purtătorul de cuvînt al experimentului Krishna Kumar, de la Universitatea Massachusetts-Amherst.

Sincronizarea electronilor

Cît de mult timp îi ia unui electron să treacă de la un atom la altul ? Conform unui grup de fizicieni din Germania și Spania, răspunsul este: exact 320 attosecunde. Ei au ajuns la această concluzie utilizînd pulsuri de raze X pentru a urmări un electron care trece de la un atom de sulf pe suprafața ruteniului metalic. Procesul a fost unul dintre cele mai rapide studiate pînă în prezent. (Nature 436,373)

Cristalele atomice tind spre 2D

O tehnică standard a fost realizată de fizicieni din Marea Britanie și Rusia pentru producerea cristalelor bidimensionale de grosimea exact a unui strat atomic. Cristalele, care sînt în esență molecule 2D gigantice, au fost create de către Andre Geim și colaboratorii de la Universitatea Manchester și Institutul pentru Tehnologie Microelectronică din Chernogolovka. Structurile au fost realizate prin simpla șlefuire a suprafeței proaspăt tăiate a unui cristal depus sub formă de strat pe o altă suprafață, asemănător cu felul în care creta desenează pe tablă. Această "coajă" micromecanică a creat fulgi, din care unii au fost – în mod neașteptat – chiar de grosimea unui strat. Cristalele sînt stabile și ar putea fi utilizate la realizarea tranzistorilor și senzorilor. ■

Cercetarea în domeniul obţinerii de Energie prin Fuziune Nucleară

La 28 iunie 2005, în cadrul reuniunii de la Moscova, cele 6 părți participante la proiectul ITER, au semnat acordul de amplasare a reactorului experimental la Cadarache în sudul Franței. Voi incerca să răspund la câteva întrebări posibile legate de acest subiect (ITER).

Ce este ITER ?

ITER (*iter, lat. = drum*) este un reactor experimental ce va reproduce reacția fizică de fuziune ce are loc în soare și stele. Experiențele anterioare au demonstrat deja că este posibilă realizarea acestei reacții pe Pământ. ITER intenționează să realizeze aceasta la scara și în condițiile în care se poate demonstra fezabilitatea științifică și tehnică a fuziunii ca sursă de energie.

Ce este fuziunea ?

Când nuclee de atomi ușori vin în contact, la temperaturi foarte ridicate, ei fuzionează și are loc o degajare enormă de energie. În centrul soarelui sau stelelor, presiunea gravitațională imensă, permite ca aceast fenomen să aibe loc la temperaturi de aprox. zece milioane de grade Celsius.

La presiunile mult mai mici ce pot fi produse pe Pământ, temperatura necesară producerii fuziunii este ~100 milioane de grade Celsius. Pentru a se atinge această temperatură este necesară o încălzire puternică și o reducere la maximum a pierderilor de căldură prin menținerea particulelor combustibile supraîncălzite la distanță de pereții containerului. Aceasta se obține prin crearea unei "cuşti" magnetice realizată de câmpuri magnetice puternice ce impiedică pierderea de particule. Dezvoltarea științei și tehnologiei în acest domeniu reprezintă baza programului European de fuziune.

De ce este atrăgătoare fuziunea ca sursă de energie ?

Avantajele cheie sunt:

- poate produce energie la scară mare cu cumbustibil care se găsește din abundență și disponibil pretutindeni;
- impactul global cu mediul înconjurător este foarte redus – fără emisii de CO_2 care generează efect de seră;
- funcționarea zilnică a unei centrale energetice pe fuziune nu necesită transport de materiale radioactive;
- centrala va fi inevitabil sigură fără posibilități de "topire" sau de "reacții necontrolabile";
- nu are deșeuri radioactive de viață lungă care să creeze probleme generațiilor următoare.

Este fuziunea sigură ?

Reactorul cu fuziune este ca un arzător cu gaz - combustibilul injectat în sistem se arde. În incinta de ardere se găsește foarte puțin combustibil în fiecare moment (~1g într-un volum de 1000 m^3) iar când injectarea combustibilului este întreruptă, reacția mai continuă doar câteva secunde.

Orice defecțiune în sistem va determina răcirea reactorului și reacția se va opri.

Combustibilul de bază va fi Deuteriul (izotop stabil al Hidrogenului) și Litiul iar produsul de reacție va fi Heliul care nu este radioactiv. Combustibilul intermediar este Tritiul (un izotop beta-radioactiv al Hidrogenului). Energia beta a tritiului este mică (~18 keV), particula neputând penetra nici o foaie de hârtie. În aer însă, Tritiul este periculos când este inhalat. Centrala va avea instalații performante și sigure în exploatare pentru manipularea și depozitarea tritiului. Tritiul se formează chiar în camera de reacție și nu necesită transport de materiale radioactive.

S-au elaborat studii de securitate și de mediu care au ajuns la concluzia că reactorul poate fi proiectat astfel încât să asigure că orice incident produs în interiorul său nu va necesita evacuarea populației din jur.

Care va fi impactul energiei din fuziune asupra mediului ?

Energia generată va avea aceleași utilizări ca și a celorlalte surse de energie cum ar fi generarea de energie electrică, căldură pentru industrie, producție de hidrogen.

Consumul de combustibil al unei centrale cu fuziune va fi extrem de scăzut. O centrală cu fuziune de 1 GW va consuma 100 g de Deuteriu și 3 tone de Litiu anual, generând 7 bilioane de kWh, fără emisii poluante generatoare de efect de seră. Pentru a produce aceeași energie, o centrală pe cărbuni ar necesita 1,5 milioane de tone de combustibil cu emisia a 4-5 milioane tone de CO_2

Neutronii rezultați din reacția de fuziune produc activarea materialelor interioare ale camerei de reacție. Se acordă o atenție deosebită alegerii materialelor pentru aceste componente care să poată fi indepărtate ușor și reciclate după 100 de ani de la oprirea centralei. Deșeurile de la această centrală nu vor constitui o problemă pentru generațiile următoare.

Cine sunt cei 6 parteneri la ITER ?

Cei 6 parteneri care au colaborat la dezvoltarea ITER sunt: China, Uniunea Europeană, Japonia, Rusia, Corea de Sud și Statele Unite. Negocierile au avut loc sub auspiciile IAEA (Agenția Internațională pentru Energie Atomica). Canada a fost de asemenea parte la negocieri dar a ieșit în decembrie 2003.

Ce s-a hotărât la Moscova în 28 iunie și ce urmează ?

La reuniunea de la Moscova, cele 6 părți au semnat documentul cadru pentru amplasament. ITER va fi construit pe amplasamentul propus de EU, la Cadarache, în sudul Franței. Negocierile au fost blocate până în decembrie 2003 pentru acest amplasament, atenționând părțile să facă progrese în negocierile tehnice cu privire la proiectul în sine. Acum amplasamentul fiind semnat se pot desfășura activitățile tehnice privind finalizarea acordului. Se speră că va fi posibil, pentru toate părțile să demareze partea tehnică a acordului astfel ca la finele acestui an să poată începe construcția ITER.

De ce este așa de important să se realizeze acest proiect cu toți 6 partenerii internaționali ?

Este foarte important pasul prin care se unesc cele mai avansate națiuni din lume pentru a coopera în dezvoltarea unei noi tehnologii cu potențial major.

Miza proiectului ITER presupune tehnologiile cele mai avansate și cea mai bună expertiză științifică, deziderat ce poate fi atins reunind resursele. Lucrând împreună, cele 6 părți vor ajunge la un răspuns global la o problemă globală: asigurarea de resurse durabile de energie. Asigurând pentru ITER cele mai bune cunoștințe posibile, este o mare probabilitate să se obțină, la sfârșitul proiectului, cea mai rentabilă sursă de energie.

Vor putea participa și alte țări ?

Inițial dezvoltarea ITER s-a realizat sub auspiciile Autorității Internaționale pentru Energie Atomică. Acordul ITER, odată finalizat, va fi deschis la cooperări cu alte țări ce au demonstrat capacitate pentru diferite tehnologii specifice sau cunoștințe și sunt pregătite să contribuie la proiect.

Cât va costa ITER ?

Construcția ITER s-a estimat la 4,57 BEuro (la prețurile din 2000). Prețul total de operare estimat pe toată durata de funcționare, estimată la ~20 de ani, este cam de același ordin de mărime.

Cum va fi finanțat ITER ?

Proiectul ITER va fi condus de Organizația ITER. Membrii organizației vor administra costurile ITER. Referitor la construcția ITER, majoritatea componentelor sunt contribuția părților (atât componentele cât și costul acestora). Pentru UE se va întocmi în Spania un nou acord de subantreprenoriat în cadrul căruia se vor stabili contribuțiile (în cash sau în natură) către Organizația ITER.

UE și Franța vor contribui cu 50 % din costul de construcție iar restul de 50 % va fi asigurat prin contribuția celorlalte 5 părți cu câte 10 % fiecare.

De ce este Cadarache cel mai bun amplasament pentru ITER ?

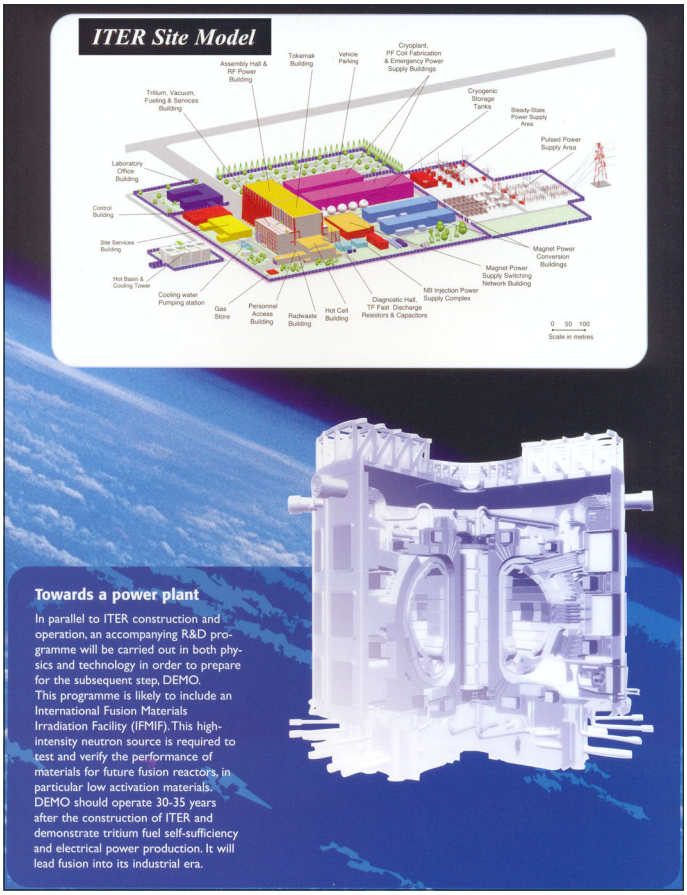
Amplasamentul propus de UE, Cadarache, a fost susținut din mai multe motive:

- amplasamentul îndeplinește cerințele tehnice specificate de către echipa internațională ITER desemnată pentru proiect;
- Cadarache găzduieste deja cel mai mare experiment de supraconductivitate la fuziune "TORE-SUPRA" al Centrului Național de cercetări CEA Franța, unul din cele mai mari centre de cercetări nucleare civile din Europa;
- amplasamentul de la Cadarache are instalații tehnice suport și expertize ce reduc substanțial riscul asociat unei construcții de talia ITER;
- Franța are regulamente bine stabilite referitor la licențiere pentru instalații "de primă mărime" cum sunt cele ale ITER;
- Cadarache este situat foarte aproape de unul din cele mai mari orașe ale Franței având o infrastructură socială, culturală, industrială și academică adecvată, o climă și o natură înconjurătoare agreabile. Acestea vor contribui la atragerea celor mai buni oameni de știință și tehnicieni din lume către proiectul ITER.

(Nota autor: Am vizitat acest Centru de Cercetari și TORE-SUPRA în mai 2003: este impresionant; este o investiție de proporții uriașe.)

Care au fost termenii înțelegerii la care s-a ajuns cu Japonia în privința rolului de a fi sau nu gazdă ?

UE și Japonia au ajuns la un acord privind parteneriatul privilegiat, prin care ambii parteneri vor avea posibilitatea să devină lideri, în viitor, în obținerea de energie din fuziune. Acest parteneriat privește proiectul ITER și abordarea unei dezvoltări ample a energiei din fuziune. ITER-ul ca proiect nu este suficient pentru a face din energia obținută prin fuziune o sursă viabilă comercial pentru viitor. Este imperios necesară abordarea mai largă a cercetărilor suport. Cele 6



părți partenere la ITER au identificat o listă a potențialelor proiecte ample de cercetare necesare.

Termenii înțelegerii sunt:

- UE va transfera până la 10 % din procurările de echipamente pentru instalația ITER Japoniei pentru ca cele două părți să participe în proporții similare în termeni de componente de înaltă tehnologie;
- UE va participa la proiecte în subantreprenoriat japonez de mare anvergură cu până la 8 % din costurile de construcție a ITER;
- UE va susține candidatura Japoneză la postul de Director General al Organizației ITER și va susține de asemenea dreptul Japoniei de a avea un staff mai mare decât proporția cuvenită în cadrul Organizației;
- unele din funcțiile de conducere să poată avea sediul în Japonia;
- În cazul în care se va propune în cadrul unui acord internațional o subantrepriză, într-o etapă ulterioară, pentru construcția unui reactor de demonstrare, UE va susține amplasarea acestuia în Japonia.

Care sunt beneficiile UE din găzduirea ITER ?

Găzduind ITER, UE Își va menține poziția de de lider în domeniul cercetărilor de fuziune. Existența acestei tehnologii avansate, impune UE instrumentație de cercetare de vârf ce va aduce beneficii considerabile industriei UE. S-a văzut din experiența anterioară în domeniu că participarea în asemenea proiecte a concentrat în UE cei mai buni și inteligenți oameni de știință, care au dezvoltat proiecte inovative de înaltă tehnicitate aducând beneficii considerabile pentru companiile la care aceștia au lucrat și pentru industria UE în general.

Lidia Purghel

Nota redacției: *Dr. Lidia Purghel este cercetător științific la IFIN-HH, laureată a premiului pentru Fizică "Horia Hulubei" al Academiei Române, expert internațional CEI TC45 – Aparatură Nucleară.*

În loc de... Poşta Redacţiei

CdF în dificultate

Cititorii revistei *„Curierul de Fizică”* au observat desigur apariția cu o întîrziere de două luni a numărului 53. Este bine să facem publice circumstanțele acestei întîrzieri. În ultimii ani apariția CdF a fost posibilă prin colaborarea cu CNCSIS care ne-a permis utilizarea unei tiparnițe în mod gratuit. Acest lucru a permis editarea CdF la costuri mici. Din păcate chiar înaintea apariției numărului 53 tiparnița, veche de peste 8 ani a devenit inutilizabilă. În aceste condiții ne-am orientat spre tipografia *Anima* a dnei Suzana Holan care este membru fondator al redacției CdF. Am putut tipări revista la un preț mai scăzut decît cel practicat pe piața liberă dar destul de ridicat pentru posibilitățile finaciare ale CdF. Din motive independente de redacție tipărirea a produs întîrzierea pentru care ne cerem scuze față de cititorii noştri. În aceste condiții am decis ca pe acest an să edităm doar trei numere din CdF, cu alte cuvinte numărul de față CdF 54 să fie ultimul pe acest an. Evident, cititorilor care ne-au achitat abonamentul care prevedea patru numere pe an le vom da gratuit primul număr pe anul ce urmează.

Ce se poate spune este că CdF nu poate supraviețui doar cu subvenția de aprox. 5 mil. lei vechi/număr oferită de Ministerul Educației şi Cercetării chiar în condițiile financiare mai avantajoase oferite de editura *Anima*. Mai nou IFIN-HH a achiziționat o imprimantă A3 color, deosebit de performantă la care am apelat pentru acest număr al CdF.

Considerațiile de mai sus ne determină să trecem la trei apariții pe an şi să păstrăm prețul neschimbat sperînd că vom putea folosi facilitățile IFIN-HH la costuri modice. Nu excludem nici posibilitatea ca CdF să devină o revistă electronică (un fel de „blog” al comunității ştiințifice româneşti). Tot ce putem spera este că cititorii noştri vor fi alături de noi şi ne vor sprijini în principal cu articole interesante. Este metoda cea mai sigură pentru ca o revistă să devină viabilă financiar.

În încheiere, să menționăm că primul număr color al CdF apare în mod miraculos la cîteva luni după aniversarea celor 80 de ani ai dlui profesor Mircea Oncescu, fondatorul acestei reviste. Puțin ştiu dăruirea cu care a luptat pentru ca această revistă să existe. Folosirea voluntariatului pentru a depăşi dificultățile finaciare i se datorează în întregime. În cazul CdF voluntariatul nu a rămas o vorbă goală: exemplul a fost dat în primul rînd de domnia sa precum şi de foşti colaboratori din IFIN-HH, acum la pensie, pe care i-a convins de utilitatea CdF şi care au răspuns la apelul domniei sale. Cel mai frumos cadou pe care îl poate face comunitatea fizicienilor dlui profesor Mircea Oncescu este să mențină în viață *„Curierul de Fizică”*.

Redacția CdF îi dedică acest număr al revistei şi îi urează încă o dată „La Mulți Ani” !

Redacția CdF

Mișcarea microorganismelor în cercuri

În ultimii ani s-a constatat un interes crescînd în ceea ce privește realizarea de senzori, motoare și alte dispozitive după modelul organismelor biologice cum ar fi bacteria. În orice caz, pentru a face ca dispozitivele să funcționeze eficient este important să se cunoască cum se comportă microorganismele cînd se apropie de suprafețele solide. În prezent cercetătorii de la Universitatea Harvard din SUA au realizat primul model pentru a explica un mod surprinzător de comportare văzut prima oară la bacteriile *E. coli* în 1970 – faptul că ele întotdeauna plutesc în cercuri în sensul acelor de ceasornic în apropierea unei suprafețe solide.

“Bubble fusion” rămîne controversat

Fizicienii de la Universitatea Purdue din Indiana susțin că au o nouă dovadă pentru fuziunea nucleară într-un dispozitiv de laborator. Yiban Xu și Adam Butt aprinzînd undele sonore în interiorul unui pahar de laborator cu acetonă deuterată care a fost “însămînțată” cu neutroni produce tritiu și alți neutroni prin procesul de fuziune. Cunoscut ca “bubble fusion”, fenomenul a fost întîmpinat cu un larg scepticism cînd a fost raportat în 2002. Noile rezultate pot fi la fel de bine juste sau controversate.

La închiderea ediției CdF numărul 54 (decembrie 2005) – numărul de față – are data de închidere a ediției la 25 noiembrie 2005. Numărul anterior, 53 (iunie 2005), a fost tipărit între 1 și 5 august 2005. Pachetele cu revista au fost trimise difuzorilor voluntari ai FHH și SRF pe data de 5 august 2005.

Numărul următor este programat pentru luna aprilie 2006.

EDITURA HORIA HULUBEI Editură nonprofit încorporată Fundației Horia Hulubei.

Fundația Horia Hulubei este organizație neguvernamentală, nonprofit și nonadvocacy, înființată în 4 septembrie 1992 și persoană juridică din 14 martie 1994. Codul fiscal 9164783 din 17 februarie 1997.
Cont la BANCPOST, sucursala Măgurele, nr. RO20BPOS70903295827ROL01 în lei, nr. RO84BPOS70903295827EUR01 în EURO și nr. RO31BPOS70903295827USD01 în USD.
Redactor șef al EHH: Mircea Oncescu (e-mail: m_oncescu@yahoo.com)

Abonamentele, contribuțiile bănești și donațiile pot fi trimise prin mandat poștal pentru BANCPOST la contul menționat, cu precizarea titularului: Fundația Horia Hulubei.

CURIERUL DE FIZICĂ ISSN 1221-7794

Comitetul director: Secretarul general al Societății Române de Fizică și Redactorul șef al Editurii Horia Hulubei
Membri fondatori: Suzana Holan, Fazakas Antal Bela
Redacția: Dan Radu Grigore – redactor șef, Mircea Morariu • **Macheta grafică și tehnoredactarea:** Adrian Socolov
Au mai făcut parte din Redacție: Sanda Enescu, Marius Bârsan
Imprimat la IFIN-HH
și cu un sprijin financiar de la MEC prin Comisia de subvenționare a literaturii tehnico-științifice.
Apare de la 15 iunie 1990, cu 2 sau 3 numere pe an; din 1997 are apariție trimestrială (4 numere pe an), cu tirajul 1000 exemplare.
Sediul redacției: IFA, Blocul Turn, etajul 6, C.P. MG-6, 077125 București-Măgurele.
Tel. (021) 404 2300 interior 3416 sau 3705; (021) 404 2301. Fax (021) 423 2311, **E-mail**: grigore@theory.nipne.ro
INTERNET: **www.fhh.org.ro** (La citirea sau descărcarea fișierelor din e-CdF este necesar “font-ul” ARIAL Central Europe)
Distribuirea de către redacția CdF cu ajutorul unei rețele de difuzori voluntari ai FHH, SRF și SRRp.
La solicitare se trimite gratuit bibliotecilor unităților de cercetare și învățământ cu inventarul principal în domeniile științelor exacte.
Datorită subvenționării, **contribuția bănească pentru un exemplar este 1 leu (10 000 lei vechi).**
Abonamentul pe anul 2006 este 3 lei, cu reducere 2,50 lei; prin poștă 3,50 lei (respectiv 30 000, 25 000 și 35 000 lei vechi).