

MEMORIU DE ACTIVITATE

Cristian-Mircea RADUTA

1991 – Am intrat la facultatea de fizica, sectia fizica tehnologica, pe locul 3 din 500 de candidati, media 9.70, dupa ce in liceu am avut un parcurs excelent in domeniul fizicii fiind singurul elev din Bucuresti care s-a calificat de 6 ori consecutiv la faza nationala a Olimpiadei de fizica unde am obtinut in fiecare an locuri fruntase. In clasa a 8-a am obtinut locul 2 pe tara.

1996 -- Am absolvit facultatea de fizica (sectia fizica teoretica) pe locul 1 cu media generala 9.93. Am dat examen de intrare la programul de masterat (sectia fizica teoretica) pe care l-am luat cu a doua medie. In acelasi an am fost angajat, prin concurs, pe functia de cercetator stagiar in *Institutul de fizica si inginerie nucleara Horia Hulubei*. De asemenea, in acelasi an am sustinut examenele *Toefl*, *GRE General* si *GRE Physics*, si am aplicat la un numar de 12 universitati americane. La 10 dintre ele am fost acceptat cu bursa de doctorat.

1997 – 1998 Am terminat programul de master cu o medie generala foarte buna (a se vedea diploma de absolvire) iar in vara acestui an pe 20 august am plecat cu bursa la NY la universitatea *The City University of New York (CUNY)* (top 30 pe programele de fizica in USA) pentru programul de doctorat in fizica. Aici am colaborat cu Professorul Celenza. Am luat mai multe cursuri de fizica fundamentale (Mecanica cuantica avansata, Fizica Statistica, Matematici speciale, etc.) pe care le-am trecut cu note maxime. In acelasi timp am tinut si seminarii de fizica si matematica cu studentii de anii 1, 2 si 3.

Deoarece viata in NY este destul de stresanta, la sfirsitul anului am aplicat din nou la la universitatea *The Ohio State University (OSU)* unde am fost acceptat in programul de doctorat in fizica (top 20 pe fizica in USA), care pe de-o parte este mai bine cotata decit CUNY, -- fiind de altfel cea mai mare universitate de stat din America, si una dintre cele mai bune in general – iar pe de alta parte viata studenteasca si conditiile in general erau mult mai bune.

1998-2000 – In cadrul programului de doctorat in fizica, pe langa activitatea de cercetare pe care o realizam sub indrumarea Profesorului David Stroud (Condensed Matter Theory group), am avut si activitate didactica. Aici am sustinut seminarii si laboratoare cu studenti din anii 1, 2, 3 si 4. In 1999 am sustinut primul examen de doctorat denumit *qualifying exam* la care am obtinut cea mai mare nota dintre toti participantii la acel examen. Tin sa mentionez ca acesta este un examen destul de dificil la care se dau probleme serioase din toate materiile de baza din fizica (mecanica cuantica, teoria electromagnetica, statistica, mecanica analitica). Foarte multi studenti dau acest examen de 2-3 ori ca sa-l treaca, iar multi dintre ei chiar nu-l trec niciodata. In martie 2000 am obtinut titlul de *Master in Science* cu diploma “*An Overview of BCS formalism*”. In acelasi an am dat examenul GMAT (*Graduate Management Admission Test*) si am aplicat la scoala de business *Fisher Business School* din cadrul lui OSU unde am fost acceptat in programul de MBA. Tin sa mentionez ca admiterea in acest program este foarte dura, intructit OSU este pe locul 15 in topul scolilor de business din SUA, iar admiterea intr-un program de MBA este destul de dificila avind in vedere atat concurenta foarte mare cit si costurile ridicate ale acestui program. *Tuition*-ul pentru un student graduat *out-of-state* (cazul meu) era in jur de 22,000 USD/an. Deci pe 2 ani cit dureaza un astfel de program este echivalent cu 44,000 USD. Diferenta intre un program MBA si unul de doctorat in fizica este ca la programul de business nu exista burse (sau sint intr-un procent foarte mic) care sa acopere acest tuition foarte mare, pe cind majoritatea studentilor graduate de la fizica obtin burse integrale.

In acelst interval de timp, uimit de marea diferenta intre ceea ce auzisem si vazusem la televizor despre realitatile Statelor Unite si ceea ce am observat eu la fata locului si mi s-a parut evident, m-am apucat sa scriu o carte, “2 ani in America” pe care am publicat-o in noiembrie 2000 la Bucuresti.

2000-2002 – In septembrie 2000 am inceput si programul de MBA fiind in continuare si in programul de doctorat in fizica. Deoarece am obtinut rezultate foarte bune pina in acel moment in departamentul de fizica, seful departamentului de fizica a acceptat ca sa fiu in ambele programe, si mai mult a acceptat ca departamentul de fizica sa-mi plateasca *tuition*-ul la departamentul de business. In martie 2002 am obtinut diploma de *Master in Business Administration* (MBA) cu specializarea in Finante. Tin sa mentionez ca si in acest departament am obtinut rezultate deosebite, obtinind note foarte mari la majoritatea examenelor si terminind programul cu un *quarter* mai devreme decit termina lumea in general. Din 200 de studenti inrolati in acest program numai 5 am graduat cu un *quarter* mai devreme.

In acelasi timp activam si in departamentul de fizica colaborind cu Professorul Gordon J. Aubrecht din departamentul de Physics Education (a se vedea lista de lucrari). De asemenea, activitatea didactica s-a continuat ca si in anii precedenti, tinind laboratoare si seminarii de fizica la studentii din anii 1-4.

In anul 2002 am sustinut si cel de-al doilea examen de doctorat (si ultimul! – *in programele de doctorat din State exista doar doua examen de doctorat, "Qualifying Exam" si "General Exam" (sau Candidacy Exam), dupa care urmeaza teza finala*), *General Exam* cu lucrarea "*General Students' misconceptions related to E&M*".

In anul 2002, dupa graduarea programului de MBA, inspirat si de noile cunostinte pe care le-am acumulat de-a lungul programului de business, am inceput sa scriu la o noua carte "Marketingul sau marea pacaleala" in care am introdus printre altele si un model economic original, "*Modelul factorial generalizat*" prin care se poate masura aproximativ nivelul de bunastrare al unui individ reprezentativ in tara sa relativ la cel al altor indivizi reprezentativi din alte tari. Aceasta carte a aparut la Editura Miracol in Bucuresti, in noiembrie 2003.

La CUNY si OSU pe langa orele de *research*, am luat urmatoarele cursuri de fizica:

1) *Quantum Mechanics*, 2) *Advanced Quantum Mechanics* 2) *Electricity and Magnetism*, 3) *Lagrangian Mechanics*, 4) *Termodinamics and Statistics*, 5) *Advanced Statistics*, 6) *Mathematical Methods in Physics*, 7) *Quantum field theory*, 8) *Condensed Matter Theory*, 9) *Astronomy*, 10) *Elementary Particle Theory* (in cadrul acestui curs am facut o vizita la laboratorul Fermi Lab de langa Chicago).

2003-prezent – Intors in tara, m-am reangajat la departamentul de fizica teoretica de la Institutul de Fizica si Inginerie Nucleara unde sint angajat si in prezent. Desi nu am mai fost fizic in OSU, am continuat colaborarea cu Professorul G. Aubrecht pentru finalizarea tezei de doctorat. Mentionez inca o data ca la OSU am dat toate examenele de doctorat, si sint in continuare in scris in programul de doctorat. Data limita pina la care imi pot sustine teza la OSU este 1 mai 2006, ceea ce nu va fi o problema, teza fiind aproape finalizata. In acelasi timp am continuat activitatea de cercetare in grupul de fizica teoretica din care fac parte, publicind alte doua lucrari de fizica nucleara teoretica impreuna cu colaboratorii mei.

Deoarece doresc sa fac fizica nucleara teoretica, in februarie 2004 m-am in scris la doctorat si in cadrul univ. Bucuresti. Pana acum am sustinut toate examenele -- (1) Modele nucleare fenomenologice, 2) Modele nucleare microscopice, 3) Tranzitii electromagnetice in nucleu -- cit si toate referatele de doctorat -- (1) Teoria BCS in nuclee medii si grele, 2) Teoria mezodinamica a fortelor nucleare, 3) Renormarea completa a ecuatiilor de pnQRPA. Teza de doctorat este in curs de redactare, sustinerea fiind planificata in citeva luni.

De asemenea, o noua carte "Vin Maimutele/low cost and high margin" urmeaza sa fie publicata in maxim 2 luni din acest moment.

DESCRIEREA PRINCIPALELOR REZULTATE STIINTIFICE

In cele ce urmeaza vom prezenta pe scurt rezultatele stiintifice principale obtinute atat in domeniul fizicii nucleare teoretice cat si in domeniul fizicii educationale.

A) *Renormarea completa a aproximatiei fazelor intamplatoare pentru interactia proton-neutron in reprezentarea de cvasiparticule (pnQRPA) (lucrarile 1,2,3,4)*

Renormarea ecuatiilor pnQRPA prezinta o serie de avantaje fata de ecuatiile standard pnQRPA: i) considera termeni suplimentari din interactia bi-cvasiparticula ii) amplitudinea tranzitiei Gamow-Teller beta dubla nu se mai anuleaza in domeniul fizic al intensitatii interactiei bi-particula in canalul pp (particule-particule), g_{pp} . iii) raportul intre amplitudinea "backward" si "forward going" pentru operatorul fononic este mai mic decat cel ce corespunde fononului pnQRPA standard. Aceasta implica faptul ca aproximatia este imbunatatita.

Recent am observat ca in ciuda acestor avantaje, regula de suma Ikeda (aceasta regula de suma afirma ca diferenta intre strength-ul total al dezintegrarii beta minus si cel al dezintegrarii beta plus pentru nucleul mama implicat in dezintegrarea beta dubla, este egala cu $N-Z$) este drastic violata, ceea ce reflecta o violare a Principiului lui Pauli intr-o mai mare masura decat in cazul standard. In plus, corelatiile ce nu sunt introduse in aproximatia standard, sunt introduse fara satisfacerea unui criteriu de ierarhizare a contributiilor superioare celor din RPA. O tratare consistenta impune considerarea comutatorilor nenuli pentru operatorii dipolari de imprastiere. Acest lucru atrage dupa sine aparitia de noi coordonate bozonice si in final apare posibilitatea definirii unui operator fononic ce contine termeni de imprastiere. Ecuatiile rezultante sunt neliniare si in consecinta procedeul de rezolvare este cel iterativ. Numarul solutiilor in acest caz este dublu fata de cel al ecuatiilor pnQRPA standard si renormate. Printre aceste solutii se afla si o solutie colectiva care este plasata sub diferenta minima de energii de cvasiparticule proton-neutronice. Aceasta stare nucleara noua nu este un artifact al tehnicii propuse, ci o stare reala. Intr-adevar ea a fost identificata si in calculul exact al valorilor proprii pentru Hamiltonianul ce descrie ansamblul de cvasiparticule. Calculand amplitudinea tranzitiei Gamow-Teller beta dubla in aceasta reprezentare noua se obtine, datorita starii nucleare noi, o anulare pentru o valoare a intensitatii g_{pp} mai mica decat cea din aproximatia RPA standard. Regula de suma Ikeda este restaurata intr-o masura foarte mare. Se pare ca aceasta lucrare prezinta o cale eficienta de a trata in mod unitar corelatiile de tip ph (particle-hole) si pp (particle-particle). De mentionat ca aproximatia RPA este folosita in fizica nucleara de aproape 50 de ani. Formalismul propus de noi este prima corectie fundamentala a acestei metode folosita in tratamentele sistemelor "many body".

In lucrarea 4 din lista de lucrari, termenii de imprastiere sunt tratati separat, deci se presupune ca acestia sunt decuplati de termenii din Hamiltonian responsabili de modurile normale standard. Hamiltonianul rezultat prin aceasta decuplare este de tip rotator triaxial pentru operatorii de izospin in reprezentarea de cvasiparticula. Acest Hamiltonian a fost tratat semiclassical, decuantificarea facandu-se prin mediere pe o stare coerenta pentru grupul $SU(2)$ generat de operatorii de cvasispin. Ecuatiile de miscare cuantice devin ecuatii de miscare clasice ale unor variabile ce definesc spatiul fizic clasic. Aceste ecuatii sunt liniarizate si dupa aceea integrate. Miscarea armonica este ulterior cuantificata, in felul acesta obtinandu-se rezultatele specifice aproximatiei pnQRPA. Modul normal definit in felul acesta are o interpretare simpla si anume, reprezinta miscarea de *wobbling* a izospinului. Este interesant ca desi interactia de tip particule-particule este atractiva, energia modului colectiv pus in evidenta creste cu taria

acestei interactii intr-un interval foarte larg, atinge un maxim si dupa aceea scade atingand valoarea zero pentru valori foarte mari ale interactiei atractive.

In lucrarea 6 ne-am pus problema sa construim un formalism pnQRPA complet renormat care sa satisfaca regula de suma Ikeda. Pentru aceasta a trebuit sa restauram simetria la gauge pentru operatorul fononic renormat. In final se obtin doua seturi de ecuatii pnQRPA complet renormate care descriu excitatii de tip ph (particle-hole) respectiv deuteron ale sistemului initial (N,Z) . Ambele seturi de ecuatii sunt formal de tip Tamm-Dancoff. Pentru starile de excitatie de tip ph, regula de suma Ikeda sunt satisfacute exact cu conditia ca si ecuatiile BCS sa fie renormate. De remarcat faptul ca desi aparent noul fonon particula-gaura este de tip Tamm-Dancoff, am demonstrat ca el poate fi considerat ca un operator fononic extins in spatiul de dimensiune $2N \times 2N$ unde N noteaza numarul de configuratii ph care pot fi cuplate la moment cinetic total egal cu 1. In partea doua a lucrarii se reuseste sa se defineasca doi operatori renormabili care comuta exact cu partea din operatorul fononic ce conserva numarul total de particule. Cu ajutorul celor doua perechi de operatori renormati se defineste un operator fononic de structura complexa ce poate descrie simultan excitatii dipolare de tip proton-neutron in sistemele nucleare $(N-1,Z+1), (N+1,Z-1), (N+1,Z+1), (N-1,Z-1)$. Pentru starile care descriu sistemul $(N-1,Z+1)$ regula de suma de tip Ikeda este usor violata. In viitorul apropiat vom efectua calcule numerice realiste folosind cele doua formalisme propuse in lucrarea descrisa mai sus.

B) Descrierea dezintegrarii beta dubla pentru nuclee deformate folosind o baza de functii uniparticula proiectata dintr-un set de functii coerente [5].

Nucleele ce se dezintegreaza beta dublu au cel putin una din paturile majore protonice si neutronice ale nucleonilor de valenta deschisa si datorita acestui fapt sunt deformate cvadrupolar. Cu toate acestea formalismele folosite pentru descrierea cantitativa a ratelor de dezintegrare se bazeaza pe functii de unda uniparticula cu simetrie sferica. Evident distributiile nivelelor energetice pentru o baza de functii sferice si deformate sunt esential diferite ceea ce implica existenta unor proprietati de imperechere diferite. Se asteapta efecte importante determinate de diferentele mentionate mai sus. Folosirea unei baze de functii deformate de tip Nilsson sau Woods-Saxon este dificila in sine. In plus functiile de unda finale rezultate in urma unui tratament de tip pnQRPA Nu vor avea moment cinetic determinat, restaurarea simetriei la rotatii constituind un obstacol deosebit de dificil. Pentru evitarea acestor dificultati in urma cu 10 ani Prof. A.A.Raduta a construit o baza de functii deformate dar cu proprietati la rotatii similare cu cele ale functiilor de moment cinetic determinat. Functiile sunt obtinute printr-un procedeu de proiectie a componentelor cu moment cinetic total determinat dintr-o functie produs, un factor descriind o stare de model in paturi sferic iar celalalt factor fiind o functie coerenta deformata cvadrupolar. Desi functia rezultata descrie, in principiu, un sistem de particula-miez, ea poate fi folosita pentru descrierea proprietatilor de tip particula. Intr-adevar in calcularea elementelor de matrice pentru operatorii de tranzitie de tip particula, componentele ce se refera la miezul colectiv se ortogonalizeaza, in final elementul de matrice exprimandu-se ca un produs de doi factori unul fiind elementul de matrice corespunzator functiei de model in paturi sferic iar celalalt fiind un factor ce depinde de deformarea nucleara. S-a construit un sistem de functii uni-particula ortonormat cu functiile proiectate si un Hamiltonian efectiv care este cvasi-diagonal in aceasta baza. Modelul obtinut a fost numit "un nou model in paturi" si are proprietatea remarcabila ca face posibila descrierea unificata (cu o baza unica de functii de unda uni-particula) a nucleelor sferice si a nucleelor deformate. Intr-adevar in limita sferica (deformarea tinde catre zero) se obtine modelul in paturi sferic iar pentru deformare nucleara diferita de zero energiile modelului Nilsson sunt foarte bine simulate. Avantajul modelului consta in faptul ca functia "many body" obtinuta prin formalismul pnQRPA are moment cinetic bine determinat si deci nu necesita o proiectie a momentului cinetic.

Aceasta baza de functii a fost folosita pentru descrierea procesului de dezintegrare beta dubla pentru 10 nuclee emitatoare: ^{48}Ca , ^{96}Zr , ^{100}Mo , ^{104}Ru , ^{110}Pd , ^{116}Cd , ^{128}Te , ^{130}Te , ^{134}Xe , ^{136}Xe .

Este prima data cand in literatura se fac calcule complexe in care nucleele mama si cele fiica sunt descrise de functii uniparticula de deformari diferite. In setul de nuclee specificat mai sus si setul nucleelor fiica corespunzatoare se gasesc cazuri in care formele nucleelor mama si fiica sunt diferite: sferic deformat-prolate, sferic deformat oblate, deformat-prolate deformat-oblate, etc.

Hamiltonianul many body folosit consta dintr-un termen de camp mediu ce defineste setul de functii uniparticula descris mai sus, un termen de imperechere proton-proton plus neutron-neutron si o interactie dipolara proton-neutron de tip Gamow-Teller. Aceasta din urma este considerata atat in canalul ph (particle-hole) cat si in canalul pp (particle-particle).

Au fost calculate urmatoarele observabile: a) timpii de viata pentru nucleele mama, la dezintegrarea beta dubla. b) distributiile strength-urilor dezintegrarilor beta simple minus, si plus d) a fost testat efectul de saturare la cresterea starilor de doua cvasiparticule incluse in calcul pentru cazul izotopului de ^{48}Ca . e) a fost testata ipoteza SSD (*single state dominance*) pentru nucleele carora le corespund nuclee impar-impair intermediare avand starea $1+$ ca stare fundamentala.

De remarcat ca in toate cazurile considerate regula de suma Ikeda este satisfacuta atat pentru nucleul mama cat si pentru nucleul fiica. Rezultatele teoretice obtinute au fost comparate atat cu datele experimentale cat si cu predictiile altor formalisme teoretice. Acordul cu experienta este foarte bun.

C) Diferente culturale in modul studentilor americani si romani de a raspunde si aborda problemele de fizica. Consecintele pe termen lung pe care un sistem de invatamint bazat pe intrebari grila (multiple-choice questions) si unul bazat pe intrebari deschise (open ended questions) le pot avea in modul de a gindi al studentilor. [7-13, 15-20]

In multe privinte sistemul de invatamint american este unic in modul in care se bazeaza pe testarea studentilor (si a elevilor) cu ajutorul examenelor tip grila. Invatarea fizicii, ca si a oricarui alt subiect, este un proces ce depinde de context. Pentru prima oara s-a efectuat un studiu comparativ detaliat (care a implicat pe langa teste de fizica scrise si interviuri inregistrate cu studentii romani si americani) al modului in care studentii romani si americani raspund si rationeaza pe marginea problemelor de fizica. De multe ori stilul raspunsurilor studentilor este strins legat de modul in care sint puse intrebarile si modul in care sint asteptate raspunsurile. Am investigat efectele pe termen lung pe care un sistem de invatamint bazat pe intrebari grila (*multiple choice questions*) le pot avea in structura gindirii unui student comparativ cu cea pe care ti-o imprima un sistem de invatamint bazat in principal pe "intrebari deschise" (*open ended questions*) la care studentul trebuie sa elaboreze raspunsul si nu doar sa bifeze un raspuns sau altul.

Sistemul de testare cu ajutorul testelor de tip grila are citeva avantaje aparente:

(1) procesul de invatare al studentului este mult simplificat acesta trebuind doar sa recunoasca raspunsul corect si nu sa-l elaboreze singur; 2) grilele prezinta studentului un numar finit, "discret" de raspunsuri comparativ cu un numar potential infinit ("un spectru continuu") de raspunsuri care se pot da pentru acea intrebare; aceasta reprezinta o simplificare in plus a modului imprimat studentului de a gandi; 3) sistemul de testare de tip grila poate focusa studentul pe un mod de gandire de tip "discret" care intr-un fel il poate integra mai bine intr-un mediu orientat spre business, unde procesele care au loc sint tot de tip "discret"; 4) Grilele pot face studentul sa se simta mai sigur pe el si pe cunostintele lui – un pradox! – eliminind stresul ca poate n-a dat un raspuns complet la acea intrebare; asta este in legatura directa pe termen-lung si cu siguranta de sine specifica americanilor; 5) A raspunde la o intrebare de tip grila este mult mai simplu (o simpla bifare a raspunsului corect) decat a elabora tu singur raspunsul.

Dar un sistem de invatamint bazat pe teste de tip grila are dezavantaje serioase: 1) Cind studentii americani sint pusi sa elaboreze raspunsurile la intrebari deschise, au dificultati mari; 2) Intrebarile de tip grila prezinta studentilor un spatiu simplificat (unul de tip discret, cu moduri discrete de gandire, cu citeva alternative foarte clar formulate in moduri standard) corespunzand fiecărei întrebări vs. “un spatiu întreg” (unul “continuu”, cu moduri de gandire continue), avand potential un numar infinit de raspunsuri pe care studentul le poate da la fiecare întrebare. Intr-adevar, spatiul simplificat este o proiectie a întregului. In “spatiul întreg”, la fiecare întrebare exista multiple feluri de a formula aceiasi idee, nu unul standard, optimizat si rigid. In timp, acest sistem de invatamant transforma sistemul de gandire al studentului intr-un mod discret. 3) Alaturi de sistemul de tip grila, asteptarea culturii americane in general de a da un raspuns cat mai direct si mai optimizat (deja dezvoltandu-se anumite formule optimizate de comunicare) discretizeaza si mai mult modul de gandire al studentilor.

D) Un studiu elaborat asupra misconceptiilor generale ale studentilor legate de Electricitate si Magnetism. [12]

Am elaborat un studiu detaliat asupra misconceptiilor principale ale studentilor studiate in literatura asupra Electricitatii si Magnetismului pe care le-am impartit in mai multe categorii: a) Misconceptii legate de aplicarea legii lui Faraday. b) Misconceptii legate de interactia intre cimpul magnetic si sarcinile electrice. c) Studentii nu recunosc ideile importante din E&M. d) Perceptia studentilor ca campurile electric si magnetic sant “stative”. e) Misconceptii legate de interpretarea gresita a unui simbol sau datorate prezentarilor ambigue din carti; f) Misconceptii legate de directia fortei Lorentz si de aplicarea regulii miinii drepte. g) Misconceptii legate de misconceptii cunoscute din domeniul mecanicii clasice.

Am inspectat noi arii de misconceptii legate de magnetism si electromagnetism pe care le-am impartit in urmatoarele categorii: a) misconceptii legate de aparatul matematic; b) Posibile analogii pe care studentii le pot face intre cimpul magnetic si cel electric; c) Fac studentii conexiunea intre ecuatiile lui Maxwell si legile derivate din acestea? (legea lui Ampère, legea lui Biot-Savart, legea lui Faraday si legea lui Coulomb pentru fortele electrice). d) Forma fortei lui Lorentz reprezinta o alta posibila sursa de misconceptii.

Am studiat (si obtinut rezultate foarte interesante) de asemenea lucrurile in comun pe care le au aceste idei gresite sau insuficiente pe care le au in general studentii despre Electricitate si Magnetism si am incercat o explicare a acestora si din punctul de vedere al *p-prim*-urilor (*p-prim* – primitiva fenomenologica, si este un concept din *Physics Education* introdus pentru prima oare de diSessa).

2.11.2007

C.M. Raduta