

**Proiect nr. 71-002/2007**

**“Modele fizice si matematice pentru studiul teoretic si experimental al mecanismelor de transfer de energie, caldura si masa la temperaturi extreme, cu aplicatii la procesele din instalatiile de fuziune”**

**Acronim proiect: “MFMTEC”**

**Coordonator: Universitatea din Bucuresti (U.B.)**

**Director proiect: Prof. univ. dr. Adrian Costescu**

**Responsabili de proiect:**

**-Universitatea din Bucuresti(U.B.): Prof. univ. dr. Adrian Costescu;**

**-Partenerul 1: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice si Izotopice-ICSI Rm. Valcea-Director general: Prof. univ. dr. Stefanescu Ioan**

**-Partenerul 2:Universitatea Hyperion din Bucuresti (U.H): Profesor univ. dr. Sever Spanulescu ;**

## **Parteneri in consortiu:**

**Coordonator Proiect: Universitatea din Bucuresti (U.B.);**

**Partenerul 1: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice si Izotopice I.C.S.I. Ramnicu-Valcea**

**Partenerul 2: Universitatea Hyperion din Bucuresti (U.H.)**

**Buget/cofinantare:** -2000000 lei (valoarea totala a proiectului);

-cofinantare-0 lei;

**Adresa web:** <http://cch.ro/grant002.php>

## **Obiectivul/rezultatul final al proiectului:**

Efectuarea de cercetari teoretice si experimentale avansate in vederea obtinerii de rezultate, metode si produse informatice originale in domeniul fizicii si tehnologiei unor componente aflate in faza de studiu ale celei mai importante surse de energie pentru viitorul apropiat: energia de fuziune nucleara.

## **Elementele de noutate a proiectului, originalitate:**

Cercetarile teoretice originale ale colectivului nostru au permis tratarea exacta a ambelor capete ale spectrului radiatiei de franare pentru interactia electronului franat cu campul ionului, si chiar evaluari numerice precise pentru aceste doua regiuni spectrale in cazul plasmelor maxwelliene, pentru o miscare nerelativista a electronilor din plasma. In cadrul acestui grant s-a urmarit obtinerea de rezultate numerice pe intreg domeniul nerelativist de viteze si pentru intreg spectrul radiatiei de franare. De asemenea, sunt luate in considerare si plasmе nemaxwelliene. Sunt elaborate coduri numerice care sa furnizeze cu mare exactitate date referitoare la pierderile de energie prin radiatia de franare in plasmе maxwelliene si nemaxwelliene, precum si pentru recombinarea radiativa. Avandu-se in vedere ca la temperaturi electronice de ordinul a 100 milioane K o fractiune importanta din electronii din plasma se misca relativist, s-a impus luarea in considerare a efectelor de cinematica relativista.

Precizam ca se demonstrase [A. Costescu, S. Spânulescu, "Retardation, multipole and relativistic kinematics effects for X and  $\gamma$ -ray Compton scattering from K-shell electrons", Physical Review A, 73, 1, 2006], [A. Costescu, S. I. Spanulescu, C. Stoica, "The second order S-matrix element for the elastic scattering of photons by K-shell bound electrons. The nonrelativistic limit.", Journal of Physics B], ca efectele datorate spinului nu sunt importante chiar la energii relativiste mult mai mari decat cele intalnite in cazul plasmei fierbinti, efectele de cinematica relativista furnizand practic intreaga contributie de natura relativista. Aceasta metoda, ca si tehnica de calcul a fost pusa la punct de membrii colectivului nostru pentru cazul extrem de dificil al imprastierii Compton pe electroni atomici.

In cadrul proiectului s-a elaborat si codul numeric care furnizeaza rezultate privitoare la pierderea de energie in plasmeele de interes in reactoarele de fuziune de tip Tokamak. Descrierea exacta a acestor procese implica utilizarea de functii inalt transcendente cu mai multi parametri si variabile complexe. Membrii colectivului au reusit punerea la punct a unor tehnici analitice si numerice de lucru cu astfel de functii: evaluari, recurente si integrari multiple ale acestora, iar aceste coduri numerice se pot adapta cu usurinta pentru diversele procese radiative din plasma de fuziune termonucleara, achizitionandu-se si un suport hardware adecvat pentru obtinerea unei eficiente de calcul corespunzatoare.

## **Beneficiarii rezultatelor :**

- Principalul beneficiar este Programul ITER ;
- alti beneficiari:-Centrala nuclearo-electrica de la Cernavoda;
- Uzina de apa grea de la Drobeta-Turnu Severin;

## **Potentialul de aplicare in economie:**

**Rezultatele obtinute in studiul transferului de caldura si masa in instalatii criogenice sunt de un real interes pentru agentii economici care desfasoara activitati de profil, cum ar fi: Centrala nuclearo-electrica de la Cernavoda, Uzina de apa grea de la Drobeta-Turnu Severin, precum si laboratoarele institutelor de cercetare la temperaturi foarte joase.**

**Din punct de vedere economic exista avantaje foarte mari ale implementarii tehnologiilor de fuziune nucleara,avand in vedere pe de o parte tendinta de epuizare a combustibililor fosili si pe de alta parte riscurile si opozitia crescuta fata de reactorii de fuziune.**

## **Stadiile de realizare:**

**Etapa I: “Particularitati privind metodele de calcul si modelare ale mecanismelor de racire a plasmei de fuziune si ale ciclurilor criogenice”**

**Buget de stat: 242636 lei;**

**Cofinantare: 0 lei;**

### **Precursori/ rezultate intermediare:**

- 1. Studiu privind descrierea mecanismelor de racire prin recombinare radiativa.**
- 2. Model si metode de calcul a marimilor ce caracterizeaza curgerea fluidului de lucru prin elementele instalatiei criogenice de lichefiere heliu.**
- 3. Algoritm si metode de calcul prin recombinare radiativa.**

**-Achizitii realizate: -Platforma informatica pentru analize proces si procesare date-14498 lei;**

**-Computer Acer 6592G-7293,06 lei;**

**-Notebook Acer Veriton-4810,31 lei;**

**Etapa II: “Modele matematice de calcul pentru schimburile energetice din componentele instalatiei criogenice”**

**Buget de stat: 444844 lei;**

**Cofinantare: 0 lei;**

**Precursori/ rezultate intermediare:**

- 1. Formule analitice pentru mecanisme de racire prin recombinare radiativa.**
- 2. Studiul pierderilor de energie prin recombinare radiativa din plasma cu distributie maxwelliana dupa viteze.**
- 3. Studiul transferului de caldura si masa intr-un sistem de purificare heliu utilizat intr-o instalatie criogenica de lichefiere heliu.**
- 4. Model conceptual pentru realizarea unui sistem de purificare heliu.**
- 5. Elaborare produs informatic pentru studiul mecanismelor de racire a plasmei prin recombinare radiativa.**

**Achizitii realizate:-Dewar de stocare heliu lichid-21836,83 lei;  
-Sistem de calcul-15155,84 lei;**

**Etapa III: “Produse informatice cu aplicatie in ciclul de lichefiere heliu”**

**Buget de stat: 487054 lei;**

**Cofinantare: 0 lei;**

**Precursori/ rezultate intermediare:**

- 1. Studiul comparativ al rezultatelor analitice obtinute pentru racirea plasmei prin recombinare radiativa;**
- 2. Produs informatic pentru calculul transferului de caldura si masa intr-o instalatie criogenica de lichefiere heliu utilizand soft-urile Fluent 6.2, Gambit 2.1, CATIA V5, LabView P1;**
- 3. Metode si programe pentru rezolvarea ecuatiilor diferentiale ordinare si cu derivate partiale intalnite in studiul plasmei;**
- 4. Metode pentru caracterizarea mecanismelor de racire prin radiatie de franare;**

**Achizitii realizate: -Unitate purificare heliu-27687,53 lei;**

**-Soft prelucrare imagini-11300 lei;**



**Etapa IV: “Formule analitice pentru radiatia de franare si teste preliminare pe o instalatie criogenica”**

**Buget de stat: 125070 lei;**

**Cofinantare:0 lei;**

**Precursori/ rezultate intermediare:**

- 1. Formule analitice pentru mecanisme de racire prin radiatie de franare.**
- 2. Studii experimentale pe o instalatie criogenica de lichefiere heliu.**
- 3. Algoritm si metode de calcul pentru radiatia de franare.**

## **Participare tineri cercetatori:**

**-Dr. Valentin Barna**

**-Drd. Mircea Moldovan:**

- **Utilizarea metodei Hartree-Fock pentru elaborarea modelului de ecranare dinamica in studiul imprastierii Rayleigh si efectului fotoelectric**

**-Drd. Maria Luiza Munteanu**

**-Drd. Cornel Eugen:**

- **Scrierea de coduri de programe in C si Java pentru implementarea formulelor analitice si metodelor numerice;**
- **Finalizarea produselor informatice executabile, a bazei de date si a paginii web a proiectului.**

**-Drd. Susu Madalina:**

- **Verificarea unor calcule analitice si a metodelor numerice;**
- **Rularea programelor intr-o varietate de conditii pentru obtinerea rezultatelor numerice si formarea bazei de date.**
- **Verificarea concordantei rezultatelor cu unele existente in literatura**

**-Ing. masterand Adrian A. Costescu**

## **Diseminari:**

**Numar de articole publicate/acceptate spre publicare: 6 articole;**

### **Articole in reviste ISI:**

1. "COMMENT ON 'A NOTE ON THE FORMULATION OF THE MAXWELL EQUATIONS FOR A MACROSCOPIC MEDIUM'", CONSTANTIN VREJOIU, ROXANA ZUS, Eur. J. Phys. 30 (2009) L11-L16;
2. "ANALYTICAL TREATMENT OF HIGH TRANSCEDENTAL FUNCTIONS INVOLVED IN PERTURBATION THEORY FOR INNER SHELL ELECTRONS INTERACTION WITH GAMMA-RAY", ADRIAN COSTESCU, SEVER SPANULESCU, CRISTIAN STOICA, Proceedings of the 13 th WSEAS International Conference on Applied Mathematics, 2008, Spain;
3. "IMPROVING THE PERFORMANCES OF THE COLLOCATION METHOD FOR NUMERICALLY SOLVING LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE WAVE FUNCTIONS IN LARGE ATOMIC SYSTEMS", SEVER SPANULESCU, MIRCEA MOLDOVAN, Proceedings of the 13 th WSEAS International Conference on Applied Mathematics, 2008, Spain;
4. "A RISK THEORY BASED ON HYPERBOLIC PARALLEL CURVES AND RISK ASSESSMENT IN TIME", NICOLAE POPOVICIU, FLOAREA BAICU, Proceedings of ESREL and SRA-Europe, Valencia, Spain, September 2008, Volume 2, ISBN 978-0-415135, Pages 1027-1033;

### **Articole in reviste B+:**

1. "EFFECTS OF A SUPPLEMENTARY QUADRATURE IN THE COLLOCATION METHOD FOR SOLVING THE HARTREE FOCK EQUATIONS IN *AB-INITIO* CALCULATIONS", SEVER SPANULESCU , MIRCEA MOLDOVAN, , WSEAS TRANZATIONS on MATHEMATICS Issue 1, Volume 8 January 2009;
2. "ANALYTICAL PROPERTIES AND NUMERICAL CALCULATIONS OF HIGH TRANSCEDENTAL FUNCTIONS INVOLVED IN THE RELATIVISTIC AMPLITUDES OF TWO PHOTON ATOMIC PROCESSES", ADRIAN COSTESCU, SEVER SPANULESCU, CRISTIAN STOICA, WSEAS TRANSACTIONS on MATHEMATICS Issue 1, Volume 8, January 2009;

## **Diseminari:**

**Comunicari stiintifice:2;**

### **Prezentari Conferinte Internationale:**

1. **"IMPROVING THE PERFORMANCES OF THE COLLOCATIONS METHOD FOR NUMERICALLY SOLVING LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE WAVE FUNCTIONS IN LARGE ATOMIC SYSTEMS", SEVER SPANULESCU, MIRCEA MOLDOVAN, 13 th WSEAS Int. Conf. on APPLIED MATHEMATICS December 14-16 , 2008 Spain;**
2. **"ANALITYCAL TREATMENT OF HIGH TRANSCEDENTAL FUNCTIONS INVOLVED IN PERTURBATION THEORY FOR INNER SHELL ELECTRONS INTERACTION WITH GAMMA-RAY", ADRIAN COSTESCU, SEVER SPANULESCU, CRISTIAN STOICA, 13 th. WSEAS Int. Conf. on APPLIED MATHEMATICS December 14-16, 2008, Spain;**