

Participarea Romaniei la EUROfusion WPCD si cercetari complementare

Directorii de proiect: Calin Atanasiu (INFLPR, cva@ipp.mpg.de)

Elaborarea unor coduri 3D pentru descrierea curentilor halo si a asimetriilor in tokamak, rezultati in timpul unor disruptii majore ale plasmei

Descoperite in 1996, la tokamakul JET, instabilitatile (modurile) "wall touching kink modes (WTKM)" sunt excitate in mod frecvent in timpul evenimentelor de deplasare verticala, "Vertical Displacement Events (VDE)", cauzand forte laterale foarte mari asupra carcasi tokamak. Aceste forte nu pot fi acceptate intr-un tokamak. In timpul disruptiilor, circulatia curentului electric intre plasma si perete joaca un rol important in dinamica plasmei, determinand amplitudinea si localizarea acestor forte. O prima evaluare a acestor forte la tokamakul ITER a avut drept efect modificarea structurii de suport a carcasi acestui tokamak. Proiectul de fata asigura o etapa initiala in implementarea unui perete de carcasa 3D intr-un model magneto-hidrodinamic. Ipoteza de lucru, perfect valabila la scala temporala de desfasurare a acestor disruptii, este cea a unui perete subtire. Densitatea curentilor de suprafata prezinta doua componente: una de divergenta nula si cealalta de rotor nul. S-a reusit elaborarea unui model de calcul in care cele doua componente sa fie abordate in acelasi mod. Modelul si metodologia de calcul elaborate de noi au fost verificate pe un model cu solutie analitica, eroarea relativa, la o discretizare suficient de mare, a fiind de 0.001. Prin realizarea unor interfete intre codul nostru si alte coduri de dinamica plasmei, JOEREK, de exemplu, se vor putea simula disruptiile in tokamakul ITER si JET, in vederea stabilizarii lor.

Perioada de desfasurare: 2014-2022

Obiective:

- Modelarea curentilor de suprafata dezvoltati in carcasa unui tokamak in timpul disruptiilor plasmei;
- Upgradarea codului JOEREK pentru a include curentii de suprafata in vederea validarii modelului adoptat in modelarea disruptiilor, apeland la baza de date a tokamakului AUG din Germania;
- Elaborarea unor cazuri numerice test pentru reducerea singularitatilor ce apar in domenii multiplu conexe (L-shaped domains) la modelarea curentilor superficiali;
- Extinderea codului pentru geometrii ale peretelui tokamak pentru care anumite margini au in comun mai mult de 3 triunghiuri de element finit;
- Dezvoltarea unei compatibilitati intre o geometrie discretizata cu triunghiuri plane si o geometrie discretizata cu elemente finite neconforme Bezier.

- Elaborarea unor teste de regresie pentru asigurarea stabilitatii performantelor codului dezvoltat pentru calculul curentilor superficiali (halo) în cazul interfatarii lui cu alte coduri de pe platforma EUROfusion.
- Dezvoltarea unei compatibilitati între o geometrie discretizata cu triunhuri plane si o geometrie discretizata cu elemente finite neconforme Fourier.

Parteneri externi:

- Departamentul de Teorie (TOKAMAK) al Institutului Max-Planck pentru Fizica Plasmei, Garching, Germania.
- Departamentul de Teorie LiWFusion, Princeton, SUA.
- Departamentul Space, Earth and Environment, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Suedia.

Rezultatele obtinute:

- S-a definit un model riguros matematic de reprezentare a celor doua componente ale curentilor de suprafata (una cu divergenta nula, iar cealalta cu rotorul nul) prin acelasi model matematic. Calculele au fost verificate pe un model cu solutie analitica, eroarea relativa, la o discretizare suficient de mare, a fost de 0.001.
- S-a upgradat modelul matematic elaborat anterior prin considerarea situatiei reale a geometriei si a caracteristicilor de material ale peretelui tokamakului ITER: conductivitati electrice variabile in timp si spatiu. Astfel, curentii de suprafata au fost reprezentati prin doua componente : una cu divergenta nula, iar cealalta cu divergenta potential nenula. In mod corespunzator, s-a redefinit functionala energetica pentru a doua componenta.
- Perturbatia campului magnetic al plasmei, generator al primei componente a curentilor de suprafata, a fost considerata in forma ei generala, acoperind toate scenariile posibile ale instabilitatii plasmei tokamak: rata de crestere ca marime complexa, prezenta simultana a numerelor de unda poloidal si toroidal, rotatii ale plasmei si ale perturbatiei si diferite adancimi de patrundere a perturbatiei electromagnetice in peretele tokamak.
- S-a dezvoltat o metoda de corectie, bazata pe transformari conforme, a erorilor numerice datorate colturilor din peretele tokamak (L-shaped contours).

In Figura 1 este redată discretizarea cu element finit a geometriei reale a peretelui tokamakului ITER.

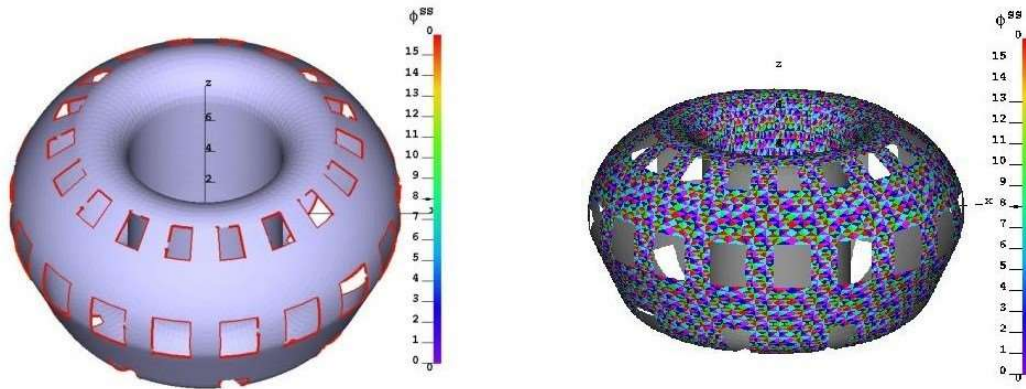


Figura 1. In stanga sunt evidentiata elementele de frontiera ale gaurilor de acces din peretele tokamak. In dreapta, sunt redade cele 21744 triunghiuri de element finit, definite de 11223 noduri.

In Figura 2 este redat rezultatul numeric al unui scenariu teoretic (cele doua locatii de atingere plasma-perete-plasma au fost alese arbitrar).

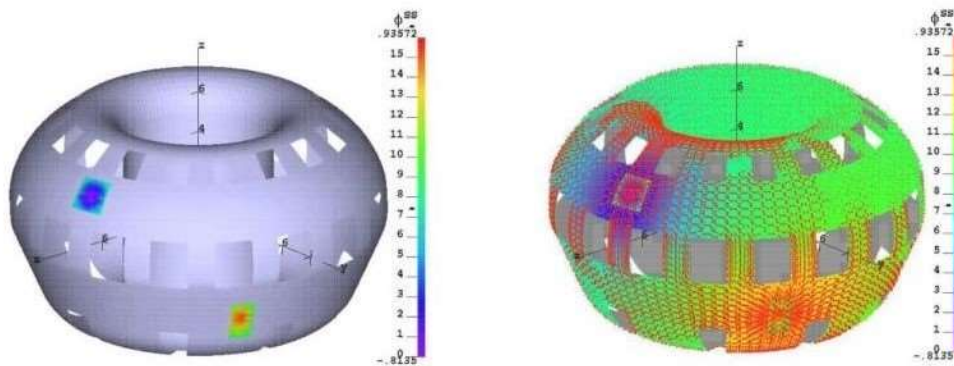


Figura 2. Stanga: locatiile de atingere plasma-perete-plasma. Dreapta: distributia potentailului scalar al curentului plasma-perete-plasma.

- S-a extins codul existent pentru geometrii ale peretelui tokamak pentru care anumite margini au in comun mai mult de 3 triunghiuri de element finit. S-a elaborat un nou algoritm de optimizare a formelor patratice care apar la aproximarea prin elemente finite, in general "nonconforme", a functionalelor energetice. Algoritmul face parte din clasa algoritmilor de optimizare de tip gradient conjugat cu restrictii liniare. In forma actuala, acesta este mai eficient decat algoritmi generali de optimizare, deoarece exploateaza atat forma specifica a restrictiilor date de noile conditii de frontiera cat si structura specifica a algoritmului de tip Fletcher-Reeves.
- S-a dezvoltat o compatibilitate intre o geometrie discretizata cu triunhuri plane si o geometrie discretizata cu elemente finite neconforme Bezier. In situatia in care peretele tokamakului

este discretizat cu elemente finite triangulare liniare iar placa metalica atasata peretelui este discretizata cu elemente finite Bezier neconforme s-au obtinut limite pentru erori exprimate in termeni de norme Sobolev.

- S-au elaborat teste de regresie pentru asigurarea stabilitatii performantelor codului dezvoltat pentru calculul curentilor superficiali (halo) in cazul interfatarii lui cu alte coduri de pe platforma EUROfusion. S-au realizat cu succes teste de regresie in raport cu solutiile analitice, aplicarea unor metode de gradient conjugat si teste de referinta (benchmark) cu alte coduri, asigurandu-se astfel stabilitatea codurilor STARWALL si JOREK-STARWALL fata de alte coduri de interfata. Pe un model redus, s-a studiat compatibilitatea dintre elemente finite triunghuri si elemente finite neconforme Fourier, gasindu-se ca instabilitatea numerica tinde spre zero pentru discretizari mai fine.
- In cadrul studierii unei compatibilitati intre o geometrie discretizata cu triunghuri plane si o geometrie discretizata cu elemente finite neconforme Fourier, s-a studiat problema erorilor induse de caracterul nonconform pe de o parte al discretizarii Fourier-Bezier, utilizata in codurile de simulare al plasmei din tokamak, cu simetrie axiala, si pe de alta parte al discretizarii cu elemente finite triunghiulare al peretelui tokamakului. S-a aratat ca problema erorilor introduse de caracterul nonconform se poate reformula ca o problema spectrala in cadrul a doua spatii Hilbert finit dimensionale atasate discretizarii peretelui tokamakului respectiv frontierei externe al plasmei care vine in contact cu peretele tokamakului. In conditii ideale acesti operatori ar trebui sa fie unitari, abaterea de la unitaritate este o masura a caracterului nonconform al discretizarilor. In continuare s-a efectuat un studiu analitic al spectrelor operatorilor in cadrul unui model exact solubil, iar in cadrul unui model general s-a realizat un studiu al spectrelor prin metoda iterativa Lanczos, concretizata in cadrul unui program FORTRAN90. Rezultatul obtinut este urmatorul: daca diferenta intre gradele de libertate in discretizarea interna si externa este mentinuta constanta, eroarea datorata caracterului nonconform al celor doua discretizari tinde catre zero.
- S-a implementat o interfata pentru codul nostru SSC (Sink-Surface-Currents) si codul STARWALL permitand citirea structurilor peretelui tokamak din datele de structuri IMAS (Modelling Analysis Suite) folosite de intreaga comunitate EUROfusion. Astfel, s-au dezvoltat programe de tip FORTRAN90 pentru realizarea interfetei IMAS pentru peretele camerei de reactie a tokamakului ITER, folosind datele din Interface Data Structures (IDSs).

La cererea partenerilor nostri, codul nostru a primit statutul de « open source license » si este folosit de intreaga comunitate EUROfusion in modelarea instabilitatilor de tip « Wall Touching Kink Modes » si a « Vertical Displacement Events » in plasma tokamakului ITER.

Recent, codul nostru a fost implementat cu succes in codul EUROfusion JOREK-STARWALL.

Publicatii:

Articole

- [1] L.E. Zakharov, C.V. Atanasiu, K. Lackner, M. Hoelzl, E. Strumberger, "Electromagnetic Thin-Wall Model for Simulation of Plasma Wall Touching Kink and Vertical Modes", J. Plasma Physics, 81, 515810610 (2015)..
- [2] M. Hoelzl, G. T. A. Huysmans, P. Merkel, C.V. Atanasiu, K. Lackner, K. Nardon et al., "Non-linear Simulations of MHD Instabilities in Tokamaks including Eddy Current Effects and Perspectives for the Extension to Halo Currents", J. Phys.: Conf. Ser. 561, 012011 (2014).
- [3] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, D. Dumitru, "Calculation of the Reaction of a 3D Wall to an External Kink Mode of Rotating Plasma", Romanian Reports in Physics, 67,3 564-572 (2015).
- [4] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, "Response of a Partial Wall to an External Perturbation of Rotating Plasma", Phys. Plasmas 20, 092506 (2014).
- [5] G. Steinbrecher, N. Pometescu, "Minimization algorithm in the simulation of the wall touching kink modes", Physics AUC, vol. 27 (2017), p. 1-9; physics.plasm-ph physics.comp-ph arXiv:1712.01750v1.
- [6] G. Steinbrecher, N. Pometescu, "Solvable model for the electric field on singular surfaces in tokamak wall", Physics AUC, vol. 27 (2017), p. 10-16.
- [7] G. Steinbrecher, N. Pometescu, "The convergence rate in the triangular Bezier finite element", Annals of University Craiova, Physics AUC, vol. 27, p.17-23 (2017).
- [8] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, K. Lackner, M. Hoelzl, "Simulation of the electromagnetic wall response during Vertical Displacement Events (VDE) in ITER tokamak ", J. Phys. Conf. Ser. 1141, 012065 (2018).

Conferinte:

- [1] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, K. Lackner, M. Hoelzl, E. Strumberger, "Simulation of Plasma Wall-Touching Kink and Vertical Modes in Tokamak", The Joint Meeting on Quantum Fields and Nonlinear Phenomena, 09-13 March 2016, Sinaia, Romania (oral presentation).
- [2] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, K. Lackner, M. Hoelzl, E. Strumberger, "Simulation of Surface Currents Excited by Plasma Wall Touching Kink and Vertical Modes in Tokamak", International Symposium on Fundamentals of Electrical Engineering, Bucharest, Romania, 30 June-2 July 2016, paper 351 (invited paper).
- [3] C.V. Atanasiu, " Electromagnetic Thin Wall Model for Simulation of Plasma Wall Touching Kink Modes", Progress in physics with JOREK, 18 November 2015 video-meeting, Cadarache France.
- [4] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, "Calculation of Eddy Currents in 3D Thin Multiply Connected Wall Structures Induced by a Rotating Plasma Perturbation", International Symposium on Fundamentals of Electrical Engineering, Bucharest, Romania, 28-29 November 2014, (invited paper).

- [5] L.E. Zakharov, H. Xiong, D. Hu, X. L. C.V. Atanasiu, "Hiro Currents: physics and a bit of politics", Theory and Simulation of Disruptions Workshop, July 17-19, PPPL, Princeton NJ, USA (2013).
- [6] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, K. Lackner, M. Hoelzl, E. Strumberger, "Simulation of the electromagnetic wall response to plasma wall-touching kink and vertical modes with application to ITER", 59th Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics, Milwaukee, WI, US, October 23-27, 2017 (oral presentation).
- [7] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, K. Lackner, M. Hoelzl, F.J. Artola, E. Strumberger, X. Li, "Modelling of wall currents excited by plasma wall-touching kink and vertical modes during a tokamak disruption, with application to ITER", 17th European Fusion Theory Conference, Athens – Greece, October 9-12, 2017 (oral presentation).
- [8] Leonid E. Zakharov, Xujing Li, S.N. Gerasimov and JET Contributors, C.V. Atanasiu, K. Lackner, M. Hoelzl, E. Strumberger, J. Artola Such, "Tokamak MHD and its interface (ssec) with the wall model", 30th ITPA-MHD Disruptions & Control topical group workshop October 9 2017, Fusion For Energy, Barcelona, Spain, 2017 (oral presentation).
- [9] L.E. Zakharov, H. Xiong, D.L. Hu, L. Xujing and C.V. Atanasiu, "Hiro currents: physics and a bit of politics", Theory and Simulation of Disruptions Workshop, July 17-19, 2014, PPPL, Princeton NJ, USA.
- [10] L.E. Zakharov, L. Guazzotto, L. Xujing and C.V. Atanasiu, "Outline of our work on disruption", Informal discussion, August 14, 2014, PPPL, Princeton NJ, USA.
- [11] L.E. Zakharov, C.V. Atanasiu, L. Xujing, "Interface of wall current modeling with disruption simulation codes", JOEKE-STARWALL discussion meeting, IPP, Garching bei München, Germany, March 10, 2017.
- [12] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, K. Lackner, M. Hoelzl and E. Strumberger, "Wall currents excited by plasma wall-touching kink and vertical modes", JOEKE Meeting, Prague - 20-24/03/2017 (oral presentation).
- [13] L.E. Zakharov, L. Xujing, S.N. Gerasimov and JET Contributors, C.V. Atanasiu, K. Lackner, M. Hoelzl, E. Strumberger and Artola Such J, "Tokamak MHD and its interface (ssec) with the wall model", 30th ITPA-MHD Disruptions & Control topical group workshop October 9 2017, Fusion For Energy, Barcelona, Spain (oral presentation).
- [14] F.J. Artola, C.V. Atanasiu, M. Hoelzl, G.T.A. Huijsmans, K. Lackner, S. Mochalsky, G. Oosterwegel, E. Strumberger and L.E. Zakharov, Second intermediate report for ITER project IO/16/CT/4300001383 on the "Implementation and validation of a model for halo-currents in the nonlinear MHD code JOEKE and demonstration of 3-D VDEs simulations in ITER", Version 2, March 5th 2017.
- [15] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, K. Lackner, M. Hoelzl, F.J. Artola, E. Strumberger, X. Li, G. Steinbrecher, N. Pometescu, "Modelling of Wall-Touching Kink and Vertical Modes in ITER", Euratom-Fusion Association Day, Bucharest, February 2nd 2017.

[16] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, K. Lackner and M. Hoelzl, "Simulation of the electromagnetic wall response during Vertical Displacement Events (VDE) in ITER tokamak", 7th Int'l Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences, Moscow, Russia, August 27-31, 2018 (oral presentation) arXiv:1810.10277v1 (2018).

[17] F.J. Artola, C. Atanasiu, M. Hoelzl, G.T.A. Huijsmans, K. Lackner, S.Mochalsky, G. Oosterwegel, E. Strumberger, L. Zakharov, "Second intermediate report for ITER project IO/16/CT/4300001383 on the Implementation and validation of a model for halo-currents in the nonlinear MHD code JOEAK and demonstration of 3-D VDEs simulations in ITER", Version 2, March 5th 2018.

[18] C.V. Atanasiu, L.E. Zakharov, "Interfacing the electromagnetic wall response code with asymmetric vertical disruption simulation codes", General JOEAK Meeting, Culham, Great Britain, May 14-18, 2018 (oral presentation).

Persoanele de contact: Calin Vlad Atanasiu (cva@ipp.mpg.de) Gyorgy Steinbrecher (gyorgy.steinbrecher@gmail.com) NicolaePometescu (npomet@yahoo.com)

Director de proiect : Viorica Stancalie (INFLPR, viorica.stancalie@inflpr.ro)

Dezvoltare de coduri pentru modelare integrata : furnizare, validare si portare de date pe biblioteca IMAS (Integrated Modeling Analysis Suite)

- Proiectul "Dezvoltarea de Coduri pentru o Modelare Integrata" (The Code Development for Integrated Modeling Project, WPCD) implementat sub coordonarea Consorțiului EUROfusion pentru perioada 1 Ianuarie 2019-31 Decembrie 2020 face parte din programul de lucru al Comunitatii Europene pentru cercetare de Fuziune. Doua Obiective majore sunt adresate in proiect a) obtinerea unei suite de coduri validate pe infrastrucura existenta si care sa fie folosite pentru predictii in cazul ITER si DEMO, si b) lucrari specifice infrastructurilor ITER IO si F4E avand livrabile specifice. Printre acestea se afla si furnizarea de date Atomice, Moleculare, Nucleare si de Suprafata (AMNS) necesare codurilor de fizica si a bibliiilor specifice pentru accesarea acestor date. Mai departe ,datele atomice si nucleare obtinute vor fi validate si portate in biblioteca AMNS IMAS (Atomic Molecular Nuclear Surface - Integrated Modeling Analysis Suite).
- Studiile noastre au pornit initial in sprijinul activitatilor desfasurate in cadrul JET Task-Force Diagnostic (TF-D) si continuate din 2014 in cadrul ITM-TF (Integrated Tokamak Modeling -Task Force). Ele s-au focalizat pe obtinere de date atomice pentru baze de date AMNS, de constructie a Portalului ITM si mult mai recent a Catalogului de definitii specifice pentru CTP (Core Programming Team). In 2018 contributia noastra a constat in obtinerea de date atomice si spectroscopice pentru

determinarea concentratiei de Molibden din spectrele de raze X obtinute experimental pe JET cu perete similar celui de la ITER (JET-ILW). Am optimizat setul de configuratii atomice ce trebuie introduse in calcule colizionale. Date atomice pentru Ne-like Mo (nivele de energie, probabilitati de tranzitie, sectiuni eficace de ciocnire si tarii de ciocnire efective in format adf04) au fost obtinute in abordare full-exchange folosind metoda matricii R. Calculele relativiste au fost efectuate in aproximatia multi-configurationala Dirac-Fock (MCDF) si Distorted-Wave (RDWA). Ele acum sunt comparate pentru a fi introduse in simularea spectrala si identificarea liniilor de emisie pentru un domeniu de parametri ai plasmii similar celui experimental. Anterior, studii teoretice similare au fost efectuate pentru identificari spectrale in ioni din grupa fierului, elemente Co si Ni [1], precum si pentru toti ionii din secventa izoelectronica a magneziului [2 -6]. Proiectul de fata se concentreaza pe determinare teoretica a concentratiei de Mo XXXIII folosind masuratori raportate in experimente JET-ILW. Liniile spectrale ale anumitor tranzitii in Ne-like Mo au fost identificate in mod coincident in acelasi domeniu de lungimi de unda cu liniile spectrale ale wolframului in experimente JET-ILW. Ne propunem optimizarea setului de configuratii atomice care sa ajute la identificarea acestor linii spectrale

Perioada de desfasurare: 2018-2020

Obiective:

- Determinarea de date atomice de acuratete pentru ioni apartinand secventei izoelectronice a neonului, inclusiv Mo XXXIII.
- Contributii la AMNS in ITER-IMAS cu seturi de date (ca siruri de date sau in diferite formate pentru procesare de populatii in codul de emisivitate), acces la date, si punerea lor la dispozitie pentru modelare in suita de coduri de diagnosticare.

Rezultate obtinute

- Evaluarea teoretica de date atomice pentru Mo Ne-like in configuratia JET-ILW prin care ne-am propus sa obtinem date atomice fundamentale : energiile nivelelor de structura fina, rate de tranzitie radiativa si tarii de linie, tarii de oscilator [7]
- Extinderea investigatiilor teoretice asupra ionilor de Mo Ne-like". In cadrul acestui obiectiv sunt prevazute: dezvoltarea de noi algoritmi care sa permita obtinerea de sectiuni eficace de ciocnire si tarii de ciocnire, generarea tariilor de ciocnire efectiva in format afd04, calculul ratelor de proces pentru tranzitii in ionul Mo XXXIII, raportarea rezultatelor in Atomic Data and Nuclear Data Tables, si includerea lor in biblioteca IMAS [8]

Publicatii

- [1] K.M. Aggarwal, P. Bogdanovich, R. Karpuskiene, F.P.Keenan, R. Kiselius, V Stancalie, Energy levels and radiative rates for transitions in Cr-like Co IV and Ni IV, At. Data & Nucl. Data Tables, (ADNDT) 107, 140-220(2016).
- [2] C Iorga, V Stancalie, Atomic data and line intensities for the SV ion, Atomic Data And Nuclear Data Tables 115, 1-286 (2017).
- [3] V. Stancalie , Photoionization of S^{3+} using the Breit-Pauli R-matrix method, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, 205, 7-18 (2018)
- [6] C.Iorga, V. Stancalie , The study of the core-valence and core-core correlation effects on the radiative properties along the magnesium isoelectronic sequence Atomic Data And Nuclear Data Tables 123-124 (2018) 313-328.
- [7] C Iorga, V Stancalie, ' Energy levels, oscillator strengths, radiative transition probabilities, level lifetimes and electron-impact excitation rate coefficients for Ne-like Mo XXXIII" Atomic Data and Nuclear Data Tables 131 (2020) 101286.
- [8] V. Stancalie: https://users.euro-fusion.org/iterphysicswiki/index.php/WIMAS-6_AMNS_data_and_interfaces_in_IMAS

Persoane de contact: Viorica Stancalie (viorica.stancalie@inflpr.ro)

Mentenananta portal WP-CD

Perioada de desfasurare: 2014-2016

Obiective:

- Mentenata Portal si Pagina Web;

Etapele si activitatile prevazute:

- I. Mentenanta Portal. Elaborare model de calcul pentru curenti Halo:
 - Act I.1. Mentenanta initiala a Portalului.
 - Act I.2. Elaborarea unui model de calcul al curentilor Halo intr-un perete tokamak.
- II. Dezvoltare Portal. Dezvoltare model de calcul pentru curenti Halo:
 - Act. II.1. Extindere Portal WPCD
 - Act. II.2. Implementarea modelului de calcul al curentilor Halo in STARWALL si JOREK.
- III. Testare si validare model de calcul pentru curenti Halo
- Act. III.1. Validarea modelului de calcul al curentilor Halo in STARWALL si JOREK

Parteneri externi:

- Institutul Max-Planck pentru Fizica Plasmei, Garching.
- Core Programming Team- WPCD

Rezultatele obtinute:

- Mentenanta Portal WPCD.
- Dezvoltarea softului pentru PORTAL in contextul ITM-TF(Integrated Tokamak Modeling Task Force) a fost adaptata cerintelor proiectului EUROfusion ‘Dezvoltare de coduri pentru modelare integrata’. Toate aceste coduri au solicitat o mentenanta continua pentru a fi utilizate in contextul schimbarilor de hardware si de sisteme de operare implementate pe Gateway (Platforma EUROfusion).

Publicatii:

Articole

- [1] G. Falchetto et al. including V Pais, V Stancalie “ The European Integrated Tokamak Modelling (ITM) effort: achievements and first physics results, Nuclear Physics 54, 043018(2014)
- [2] I. Voitsekhovitch et al including V. Pais “Recent EUROfusion achievement in support to computationally demanding multi-scale fusion physics simulations and integrated modeling” IAEA synopsis 2016.
- [3] V. Pais, V. Stancalie, A. Mihailescu, A. Stancalie, C. Iorga, WPCD Portal for Fusion and Complementary Research, EURATOM-FUSION Association Day, 14 May. 2015, Bucharest-Magurele

Persoane de contact:

V. Pais (vasile.pais@inflpr.ro), V. Stancalie (viorica.stancalie@inflpr.ro)

Dezvoltare de coduri specifice pentru functii de densitate de referinta si date atomice

Obiective:

Proiectul de fata completeaza, prin dezvoltarea de coduri specifice, integrarea codurilor care vor modela plasma din instalatia ITER. In acest scop s-au propus doua Obiective majore: 1) Producerea de date atomice si a unei interfete in sprijinul utilizarii acestor date atomice (Obiectiv complementar activitatilor AMNS (Atomic Molecular Nuclear and Surface Data); 2) Accelerarea codurilor girocinetice prin folosirea unor aproximatii ale solutiilor stationare ale ecuatiei Fokker-Planck asociate, cunoscuta sub denumirea de functie de distributie de referinta.

Etape si Activitati

I. Modele fizice si metode numerice pentru dezvoltare de coduri specifice:

Act I.1. Furnizare de date atomice si module de interfata in sprijinul activitatii AMNS

Act I.2. Calcularea functiilor de distributie de referinta pentru primele simulari principale folosind principiul classic al entropiei clasice.

II. Dezvoltare de coduri pentru modelare de date atomice si functii de densitate de referinta:

Act. II.1. Calcul de date atomice; Validarea datelor.

Act. II.2. Calculul functiilor de densitate de referinta pentru primele simulari principale, folosind principiul entropiei maxime generalizate.

III. Validarea datelor atomice calculate si a functiei de densitate de referinta.

Act. III.1. Validarea datelor.

Act. III.2. Verificarea modulelor, studiul dependentei de datele de intrare a stabilitatii numerice si preciziei.

Parteneri Externi:

- EURATOM-Etat Belge (Giorgio Sonnino, Philippe Peters, Pasquale Nardone)
- Consorțiul International Atomic Data and Analysis Systems (ADAS)

Rezultate obtinute:

- Obținerea de date atomice si scrierea modulului de interfata
- Realizarea unei simplificari a procedurii de aproximare a functiei de distributie stationara utilizand o varianta a principiului de optimizare bazata pe rezultatele matematice referitoare la stabilitatea Hyers-Ulam a ecuatiilor eliptice.
- Obținerea de date atomice pentru specii ionice din secventa izoelectoica a cromului. Dezvoltarea unui sistem de stocare si manipulare de date bazat pe structura si algoritmi de grafuri. Sistemul permite identificarea datelor aflate in baze diferite, compararea lor si validarea.
- Elaborarea unei clase noi de functii de distributie de referinta. Rezolvarea problemelor de stabilitate numerica in calculul entropiilor generalizate. Elaborarea de module FORTRAN90 pentru optimizarea neliniara bazata pe metoda celor mai mici patrate, utilizata in fitarea optima a parametrilor liberi din functia de distributie de referinta.

Toate aceste coduri au solicitat o mententanta continua pentru a fi utilizate in contextul schimbarilor de hardware si de sisteme de operare implementate pe Gateway (Platforma EUROfusion)

Publicatii

Articole

[1] G. Sonnino, A. Cardinali, P. Peeters, and G. Steinbrecher, A. Sonnino, and P. Nardone, Derivation of reference distribution functions for Tokamak plasmas by statistical thermodynamics , Eur. Phys. J. D (2014) 68: 44.

[2] G. Sonnino, G. Steinbrecher, Generalized extensive entropies for studying dynamical systems in highly anisotropic phase space. Phys. Rev. E 89 (2014) 062106.

[3] V. Stancalie, Photoionization dynamics of the C²⁺ ion in Rydberg states, Eur. Phys. J D 68:349 (2014).

- [4] G. Sonnino, P. Peeters, A. Sonnino, P. Nardone and G. Steinbrecher, Stationary distribution functions for ohmic Tokamak-plasmas in the weak-collisional transport regime by MaxEnt principle. J. Plasma Physics 2015, 81(1), 905810116.
- [5] V Stancalie, Contribution to the theoretical investigation of electron interaction with carbon atoms in the divertor and edge plasma regions, Romanian Reports in Physics no 67, 3, 1087-1098 (2015).
- [6] V. Stancalie, Static and dynamic polarizability for C²⁺ in Rydberg states, AIP Advances 5,077186 (2015)
- [7] C. Iorga, V Stancalie, A quantitative study of the forbidden and intercombination transitions arising from the Li-like Al autoionizing levels, Canadian Journal of Physics, 93(11)1413-1419 (2015)
- [8] V. Stancalie, Contribution to the theoretical investigation of electron and photon interactions with carbon and its ions, IOP J. Phys. Conf Ser. Vol.576, 012010,2015
- [9] K.M. Aggarwal, P. Bogdanovich, R. Karpuskiene, F.P.Keenan, R. Kiselius, V Stancalie, Energy levels and radiative rates for transitions in Cr-like Co IV and Ni IV, At. Data & Nucl. Data Tables, 107, 140-220(2016)
- [10] G. Steinbrecher, G. Sonnino, Generalized Rényi Entropy and Structure Detection of Complex Dynamical Systems, arXiv:1512.06108v1 [physics.data-an](2015)
- [11] B. Weyssow, M. Negrea, G. Steinbrecher, I. Petrisor, D. Constantinescu, N. Pometescu, M. Vlad, F. Spineanu, Ideas in fusion plasma physics and turbulence, Romanian Reports in Physics, Vol. 67, No.2, P.547-563, 2015
- [12] G. Steinbrecher, A. Sonnino, and G. Sonnino, Category Theoretic Properties of the A. Rényi and C. Tsallis Entropies. Journal of Modern Physics, 7, 251-266, (2016)

Persoane de Contact:

G. Steinbrecher (gyorgy.steinbrecher@gmail.com), N. Pometescu (npomet@yahoo.com), V. Stancalie (viorica.stancalie@inflpr.ro)