UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA
FACULTATEA DE ȘTIINȚE
DEPARTAMENTUL DE FIZICĂ

PLANUL INTERN DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ PE ANUL CALENDARISTIC 2026

I. DOMENIUL FUNDAMENTAL: ȘTIINȚE EXACTE
DOMENIUL: FIZICĂ
SUBDOMENIILE: FIZICĂ TEORETICĂ, FIZICĂ MATEMATICĂ
I.1. FIZICA MATEMATICĂ A INTERACTIILOR FUNDAMENTALE
C*OLECTIV:* prof. dr. Constantin BIZDADEA, prof. dr. Solange-Odile SALIU, prof. dr. Eugen-Mihaita CIOROIANU, conf. dr. Silviu-Constantin SARARU, lect. dr. Iulian NEGRU

Construcția cuplajelor consistente dintre gravitonul Weyl și foton (2026)

Motivați de renormabilitatea gravitației Weyl, se vor investiga cuplajele consistente care pot fi adăugate unei teorii libere, exprimată ca superpoziția dintre acțiunea Weyl liniarizată și cea a câmpului electromagnetic liber. Pentru analiza acestor vertexuri de interacție se va folosi procedura Barnich-Brandt-Henneaux care se bazează pe deformarea generatorului canonic al simetriei BRST anticâmp-antiparanteză. Tehnica implică calculul de spații de (co)-omologie și (co-)omologie locală corespunzătoare celor două diferențiale, Koszul-Tate și exterioară longitudinală în lungul orbitelor gauge, care reconstituie, via teorema perturbațiilor omologice, simetria BRST anticâmp-antiparanteză asociată teoriei de start. Prin adoptarea unor ipoteze de lucru întărite, obținute rin renunțarea la menținerea ordinului derivativ al ecuațiilor deformate în raport cu cele libere corespunzătoare, se așteaptă obținerea unor cuplaje consistente inedite. Inițial, demersul este întreprins în contextul universului 4-dimensional și apoi extins la cel al spațiului Minkowki 6-dimensional.

Formalism Hamiltonian și spectrul de masă în extensii de ordin superior ale teoriilor topologice Chern-Simons

Teoriile de câmp topologice, în special cele bazate pe invariantul Chern-Simons, ocupă un loc central în fizica teoretică modernă, cu aplicații remarcabile în fizica materiei condensate, gravitația în dimensiuni reduse și teoria corzilor. Invariantul Chern-Simons generează dinamici de gauge cu proprietăți unice (absența gradelor de libertate locale în formularea standard) și stă la baza descrierii fenomenelor precum efectul Hall cuantic fracționar și quasiparticulele anyonice. Cu toate acestea, extinderea acestor modele prin includerea termenilor cu derivate de ordin superior reprezintă o direcție de cercetare activă și deschisă, cu implicații profunde atât la nivel matematic, cât și al fizicii.
Prezenta temă de cercetare se concentrează pe analiza structurii canonice și a spectrului de masă în modele de câmp gauge care incorporează extensii cu derivate de ordinul al treilea ale invariantului Chern-Simons. Abordarea centrală constă în aplicarea formalismului hamiltonian Dirac pentru sisteme cu constrângeri, în vederea identificării gradelor de libertate fizice, a clasificării constrângerilor primare și secundare (de clasa I si II) și a determinării algebrei Dirac. Un obiectiv esențial îl constituie derivarea spectrului de masă al teoriei și analiza condițiilor de unitaritate și cauzalitate în prezența termenilor cu derivate superioare, care introduc, în general, probleme de tip Ostrogradsky legate de instabilitatea energiei.

Investigația urmărește, de asemenea, conexiunile cu teoriile de tip Lee–Wick, modelele de gravitație topologică masivă de ordin superior și posibilele aplicații în descrierea fazelor topologice ale materiei. Rezultatele așteptate includ o clasificare riguroasă a propagatorilor și polilor de masă, precum și condiții necesare pentru consistența fizică a acestor modele extinse.

I.2 DINAMICĂ NELINIARĂ ȘI PROCESE EVOLUTIVE NEAUTONOME

COLECTIV: prof. dr. Radu Dan CONSTANTINESCU, conf. dr. Iulian PETRISOR, lect. dr. Carmen IONESCU, lect.univ.dr.Corina BABALIC, dr. Mihai STOICESCU, asist. Alina STRECHE (PAUNA)

SUBTEMA 1: *Sisteme neliniare cu coeficienți variabili* (responsabil: Carmen Ionescu).

O sub-direcție de cercetare va fi legată de investigarea sistemelor dinamice descrise prin intermediul unor ecuații diferențiale neliniare cu coeficienți variabili. Considerarea unor astfel de sisteme prezintă avantaje imense în termeni de clase de soluții dar generează dificultăți suplimentare în aplicarea unor metode de rezolvare. În abordarea noastră, vom încerca să depășim aceste dificultăți utilizând o metodă îmbunătățită în raport cu metodele bazate pe reducerile de similaritate utilizate în mod curent în literatură.

SUBTEMA 2: Procese *de reacție-difuzie din fizica medicală* (responsabil: Iulian Petrișor).

În anul 2026 vom continua studiul inițiat în anul anterior referitor la modelele matematice cu ajutorul cărora se pot descrie o serie de procese fiziologice neliniare din organismul uman. Accentul va fi pus în mod deosebit pe procesele complexe care au loc la nivelul rinichiului și care pot degenera în stări patologice grave. Vom incerca practic să identificăm un model matematic care să explice în mod satisfăcător difuzia prin membrana nefronului in prezenta leziunilor tubulare (acute sau cronice). În acest scop vom apela la metode specifice din teoria ecuațiilor diferențiale și a sistemelor dinamice pentru a descrie modul în care funcția și structura tubulară a rinichiului se deteriorează în timp sub influența unor factori patologici. Studiul va fi realizat în cooperare cu un colectiv de cercetători de la Universitatea de Medicină și Farmacie din Craiova.

SUBTEMA 3: *Studierea dinamicii și integrabilității sistemelor neliniare care admit soluții solitonice/super-solitonice prin intermediul formalismului bilinear/super-biliniar Hirota în context continuu, semidiscret sau discret (responsabil: Nicoleta-Corina Băbălîc).*

Investigarea unor fenomene neliniare şi a ecuaţiilor de evoluţie care le descriu presupune, din punct de vedere matematic, fie rezolvarea respectivelor ecuații, fie stabilirea unor criterii clare care să ne permită să decidem dacă ecuațiile investigate sunt integrabile sau nu. Subtema de cercetare considerată va face apel la formalismului bilinear/super-biliniar

Hirota, formalism prin intermediul căruia putem aduce ecuațiile studiate la forme integrabile și putem apoi să construim soluțiile multi-solitonice. Existența soluției n-solitonice (3-solitonice) demonstrează complet integrabilitatea sistemului analizat. Formalismul Hirota permite și construirea unor discretizări complet integrabile pornind de la forma biliniară a sistemului semidiscret complet integrabil analizat.

II. DOMENIUL FUNDAMENTAL: ȘTIINȚE EXACTE
DOMENIUL: FIZICĂ
SUBDOMENIILE: FIZICĂ EXPERIMENTALĂ, FIZICA MATERIALELOR

II.1. Studiul prin fluorescenta indusa laser a prezentei ionilor Ca^{3+} si Na^{2+} in probe de urina umana

COLECTIV: Lect. dr. Ion PALARIE, Lect. dr. Emilian Morintale

Cu ajutorul unui spectrofotometru Ocean Optics S2000 UV-Vis se va obtine spectrul de absorbtie in vizibil al unor probe de urina umana si se va studia daca acesta are o banda de absorbtie ce contine lungimea de unda 476,5 nm care corespunde unei linii emise de laserul cu Ar^+ INNOVA 308C. Se vor obtine spectrele de fluorescenta indusa laser pentru probe de urina umana iradiate cu λ=476,5 nm. Se verifica daca apar benzile de fluorescenta in vecinatatea valorilor 532 nm, 622 nm si 683 nm. Conform bazei de date NIST GOV benzile de la 532,37 nm si 622,53 nm corespund ionului Ca^{3+}, care provine din ionizarea ionului de Ca^{2+} care este prezent in urina in oxalatul de calciu. Banda de fluorescenta de la 683,78 nm corespunde ionului Na^{2+}, care provine din ionizarea ionului de Na^+ care este prezent in urina in uratul de sodiu. Spre deosebire de metodele de laborator medical de analiza a probelor de urina care sunt laborioase si necesita reactivi, metoda propusa de noi este rapida, nu utilizeaza reactivi si foloseste direct urina umana, fara a fi nevoie de prelucrare prealabila a probelor.

II.3. MATERIALE CU PROPRIETATI SPECIALE

C*OLECTIV:* Conf. dr. Mariana OSIAC, dr. Ion TÎRCĂ, drd. Maria JIGĂU, drd. Madălin-Ștefan RADU

Parametrii plasmei de PLD generate în atmosfera de oxigen și azot

În aceasta subtema se urmărește determinarea parametrilor plasmei cum ar fi temperature gazului și concentrația elementelor atomice și moleculare ale oxigenului/azotului precum și a elementelor care apar din descompunerea WO3. În cazul folosirii de elemente pentru doparea filmelor subțiri de WO3 se va pune în evidentă și temperatura gazului din profilul Starck ale linilor spectrale ale atomilor de dopaj. Se pot lua în acest timp și imagini foarte rapide ale plasmei de oxigen și azot prin care se va urmări vitezele cu care se deplasează aceste specii în timpul plasmei după ce se stinge pulsul laser.

II.4. STUDIUL UNOR TEXTILE ECOLOGICE MAGNETIC ACTIVE

C*OLECTIV:* prof. dr. Gabriela Eugenia IACOBESCU, prof. Dr. Ioan Bica (Universitatea de Vest Timișoara, Dr. Eugen Mircea Aniţaș (IFIN HH), Larisa Marina Elisabeth Chirigiu (UMF Craiova)

Fabricarea și caracterizarea textilelor magnetic active folosind fibre de bumbac impregnate cu suspensii de ulei de semințe de dovleac, microparticule de carbonilfier și microparticule de propolis. Textilele sunt utilizate pentru fabricarea condensatoarelor planare, permițând investigarea efectelor câmpurilor magnetice statice și ale microparticulelor introduse asupra componentelor permitivității dielectrice complexe. Rezultatele arată că proprietățile dielectrice ale textilelor fabricate sunt foarte sensibile la intensitatea câmpului magnetic aplicat, frecvența câmpului electric alternativ și compoziția suspensiei de impregnare.

II.5. CONDUCTIVITATEA ELECTRICĂ REGLABILĂ A SUSPENSIILOR DE MICROPARTICULE DE NICHEL-POLIPIROL SUB CÂMPURI ELECTRICE ȘI MAGNETICE

C*OLECTIV:* prof. dr. Gabriela Eugenia IACOBESCU, prof. Dr. Ioan Bica (Universitatea de Vest Timișoara, Dr. Eugen Mircea Aniţaș (IFIN HH), prof. Andrei Mihai Gavrilovici (Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea de Medicină și Farmacie Victor Babeș, Timișoara), Michal Sedlacik, Andrei Munteanu, Lenka Munteanu, Marek Jurca (Centrul de Sisteme Polimerice, Universitatea Tomas Bata din Zlín, Republica Cehă)

Studiu unei noi clase de materiale compozite cu cost redus, bazate pe o suspensie de ulei siliconic care conține microparticule hibride pe bază de nichel în fracții volumetrice egale. Utilizând o configurație experimentală specializată, se investighează influența concentrațiilor de nichel asupra proprietăților de conducție electrică ale suspensiilor. Măsurătorile sunt efectuate sub câmpuri electrice și câmpuri electrice și magnetice combinate. Conductivitatea electrică are un răspuns neliniar cu câmpurile externe și poate fi reglată eficient prin conținutul de nichel și câmpurile externe.

DOMENIUL FUNDAMENTAL: STIINTE EXACTE
DOMENIUL: FIZICA
SUBDOMENIUL: FIZICA EXPERIMENTALA/FIZICA MEDIULUI/FIZICA ATMOSFEREI

1. **UTILIZAREA DATELOR STANDARDIZATE IN DEZVOLTAREA DE MODELE MATEMATICE DESCRIU EVOLUTIA CONCENTRATIILOR DE OZON SI A LUMINOZITĂȚII SOLARE URBANE**

Analiza cauzală a ozonului troposferic, a factorilor meteorologici și a altor poluanți atmosferici

COLECTIV: lect. Dr. M.T. Udristioiu, conf.dr. Youness El Mghouchi (Universitatea din Mekness, Maroc)

Descriere: Ozonul troposferic este un poluant atmosferic major, ale cărui concentrații sunt influențate de condițiile meteorologice și de alți poluanți atmosferici. Vom încerca să înțelegem relațiile cauzale dintre ozon, variabilele meteorologice și alți poluanți atmosferici.

Vom utiliza o combinație de testare a cauzalității Granger, analiză de corelație încrucișată, regresie liniară multiplă, modelare NARMAX profundă și modelare a ecuațiilor structurale pentru a investiga efectele cauzale și întârziate în timp ale factorilor meteorologici și antropogenici asupra formării și epuizării stratului de ozon. La baza studiului va fi un set de date pe cinci ani de măsurători orare ale ozonului, ale altor poluanți atmosferici și ale parametrilor meteorologici este analizat pentru Craiova. Ne propunem sa identificam factorii dominanți ai variabilității ozonului.

Estimarea, predicția și prognoza luminozității solare urbane: o analiză comparativă cuprinzătoare a modelelor empirice, hibride de inteligență artificială și Deep-NARMAX

COLECTIV: lect. Dr. M.T. Udristioiu, conf.dr. Youness El Mghouchi (Universitatea din Mekness, Maroc)
Descriere: Înțelegerea variabilității luminozității solare este importantă pentru optimizarea sistemelor de energie solară, îmbunătățirea evaluărilor calității aerului urban și îmbunătățirea prognozei de mediu. Ne propunem sa investigam influența variabilelor meteorologice și poluante atmosferice - inclusiv temperatura, umiditatea relativă, precipitațiile, direcția vântului, viteza vântului, $PM_{2.5}$, PM_{10}, ozonul (O_3), monoxidul de carbon (CO), SO_2, NO, NO_2, NO_x și altele - asupra radiației solare incidente, utilizând luminozitatea solară ca indicator indirect. Vom analiza un set de date standardizate care acoperă cinci ani de observații orare. Abordarea noastra va fi în mai multe etape: preprocesarea datelor pentru a identifica și aborda anomaliile, valorile aberante și valorile lipsă. În a doua etapă, va fi selectat cel mai bun model global de radiație solară (GSR) din mai multe modele propuse. În a treia etapă, vor fi examinate corelațiile dintre luminozitatea solară și alte variabile, inclusiv datele furnizate de cel mai bun model GSR, bazat pe analiza exploratorie a datelor. În a patra etapă, vom aplica o abordare hibridă bazată pe inteligență artificială (IA) pentru a descoperi modelul predictiv optim pentru luminozitatea solară, bazat pe variabile corelate. La final, va fi elaborat și aplicat un model NARMAX pentru a modela și face predicții și forecasting pentru luminozitatea solară orară în Craiova. Evaluarea rezultatelor modelelor se va face utilizand un set de metrici statistice.

Variații sezoniere și diurne ale concentrației de ozon și factori de influență: o aplicație a modelelor hibride de inteligență artificială profundă în orașul Craiova

COLECTIV: lect. Dr. M.T. Udristioiu, conf.dr. Youness El Mghouchi (Universitatea din Mekness, Maroc)
Descriere: Vom investiga variațiile sezoniere și diurne ale concentrațiilor de ozon la nivelul solului și relațiile acestora cu alte componente atmosferice și diverși parametri meteorologici. Prin analizarea tendințelor orare și sezoniere, vom putea identifica perioadele de vârf de formare a ozonului și factorii-cheie de mediu care influențează variabilitatea acestora. Setul de date pe care îl vom folosi cuprinde date orare privind ozonul, poluanții atmosferici și parametri meteorologici și va permite o evaluare a dinamicii

ozonului. Setul de date este de cinci ani (2020–2024) și cuprinde două categorii de date: (i) șapte parametri meteorologici și (ii) doisprezece poluanți atmosferici. Datele open-source care vor fi utilizate provin de la patru stații de monitorizare a calității aerului situate în Craiova. Sursa setului de date este site-ul web al Agenției Române de Mediu. Vor fi utilizate tehnici statistice, de învățare automată și de învățare profundă, inclusiv descompunerea seriilor temporale, analiza corelației, modelarea regresiei și analiza spectrală, pentru a extrage informații semnificative. Rezultatele ar putea contribui la îmbunătățirea înțelegerii mecanismelor de formare a ozonului.

Dezvoltarea unui cadru integrat de inteligență artificială pentru managementul durabil al mediului: Interpretarea și predicția poluării aerului utilizând modele de ansamblu și de învățare profundă

COLECTIV: lect. Dr. M.T. Udristioiu, conf.dr. Youness El Mghouchi (Universitatea din Mekness, Maroc)
Descriere: Predicția, prognoza și interpretabilitatea precise ale concentrațiilor de poluanți atmosferici sunt importante pentru gestionarea durabilă a mediului și protejarea sănătății publice. Vom propune un cadru integrat de inteligență artificială (IA) pentru a prezice, prognoza și analiza șase poluanți atmosferici majori, cum ar fi concentrațiile de particule în suspensie (PM2,5 și PM10), ozonul troposferic (O3), monoxidul de carbon (CO), dioxidul de azot (NO2) și dioxidul de sulf (SO2), utilizând o combinație de modele de ansamblu și de învățare profundă. Cinci ani de date orare privind calitatea aerului și date meteorologice vor fi analizate prin teste de corelație și cauzalitate Granger pentru a descoperi interdependențele poluanților și factorii determinanți. Analiza Indicelui Calității Aerului (AQI) va indica principalii factori care contribuie la episoadele de calitate slabă a aerului. Analiza interpretabilității bazată pe explicațiile aditive Shapley (SHAP) va evidenția influența cheie a umidității relative, temperaturii, luminozității solare și speciilor de NOx asupra concentrațiilor de poluanți, confirmând relevanța lor meteorologică și chimică.

DECAN,
Prof. univ. dr. Cristian TIGAE

DIRECTOR DE DEPARTAMENT,
Conf. univ. dr. Iulian PETRIȘOR