

**UNIVERSITATEA DE VEST DIN TIMIȘOARA
ROMÂNIA**

**Doctor Honoris Causa
SCIENTIARUM**

Domnului

MIHAI VIȘINESCU

**Profesor doctor, Cercetător Științific gradul I
Institutul Național de Fizică și Inginerie Nucleară "Horia Hulubei"**



Timișoara, 20 Noiembrie 2014

Cuvânt

la deschiderea ceremoniei de acordare a titlului de
DOCTOR HONORIS CAUSA SCIENTIARUM
al Universității de Vest din Timișoara
Domnului Profesor Mihai VIȘINESCU

*Stimate Domnule Profesor Mihai VIȘINESCU,
Stimați membri ai comunității academice,
Stimați invitați,
Dragi colegi,
Dragi studenți,
Doamnelor și Domnilor,*

Comunitatea academică a Universității de Vest din Timișoara, datorită propunerii Facultății de Fizică, trăiește astăzi unul dintre momentele importante organizate în semn de recunoaștere a valorii științifice a unei personalități din domeniul fizicii, ceremonia de decernare a titlului de

DOCTOR HONORIS CAUSA SCIENTIARUM
domnului profesor doctor Mihai VIȘINESCU

Domnul Prof. univ. dr. Mihai Vișinescu este cercetător științific la Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară - Horia Hulubei din Măgurele - București unde a desfășurat o prodigioasă activitate de cercetare științifică în domeniul fizicii teoretice, a fizicii energiilor înalte și particulelor elementare. De-a lungul carierei sale, Domnul Prof.univ.dr. Mihai Vișinescu a fost profesor asociat sau vizitator la prestigioase universități și institute de cercetare, atât din țară cât și din străinătate. Printre universitățile și institutele de cercetare care s-au bucurat de prezența și expertiza domniei sale sunt: Universitatea Cambridge (Anglia), Universitatea Arizona (Tucson, USA), IUCN (Dubna, Rusia), ICTP (Trieste, Italia), DESY (Zeuthen, Germania), CERN (Geneva, Elvetia), Technion (Haifa, Israel) și multe altele.

Întreaga sa activitate științifică s-a materializat în sute de lucrări științifice publicate și un număr foarte mare de citări (peste 550, Indice Hirsch = 13) cu un impact important asupra cercetării comunității științifice românești și internaționale. Putem spune, fără exagerare, că domnul Prof. univ. dr. Mihai Vișinescu face parte din elita oamenilor de știință români, fiind considerat de către specialiștii din domeniu, un creator de școală în domeniul fizicii teoretice.

Pentru meritele deosebite, domnia sa a primit Premiul Academiei Române "Dragomir Hurmuzescu", în anul 1987.

Influența sa pozitivă s-a exercitat și în relația cu fizicienii Facultății de Fizică din cadrul instituției noastre. Această colaborare a condus, în ultimii 25 de ani, la dezvoltarea de noi direcții de cercetare în teoria relativității generale, a cosmologiei și a fizicii teoretice, echipa Vișinescu - Cotăescu fiind pentru foarte mulți ani unul dintre tandemurile de autori cu cea mai mare și importantă producție științifică care s-a dovedit a avea un impact pozitiv asupra domeniului fizicii.

Stimate Domnule Profesor doctor Mihai VIȘINESCU,

Prin decernarea astăzi a prestigiosului titlu de *Doctor Honoris Causa Scientiarum* al Universității de Vest din Timișoara, întreaga noastră comunitate academică se simte ea însăși onorată.

Convinși de faptul că sunteți și veți rămâne un apărător al cercetării științifice de calitate, un exemplu pentru comunitatea academică a Universității de Vest din Timișoara, prestigiul instituției noastre se va consolida, iar cercetarea științifică în domeniul fizicii teoretice își va urma drumul ascendent.

În numele Universității de Vest din Timișoara, Vă asigur de aleasa noastră prețuire și de un profund respect, permiteți-mi să vă adresez un sincer La mulți ani, putere de muncă și multe satisfacții personale și profesionale.


Prof. Univ. Dr. Marilen Pirtea

Rectorul Universității de Vest din Timișoara



L A U D A T I O
în onoarea
Domnului Profesor doctor Mihai VIȘINESCU

*Mult Stimat Domnule Rector,
Distinși membri ai comunității academice,
Distinși colegi,
Dragi studenți,
Doamnelor și Domnilor,*

Domnul Profesor Dr. Mihai Vișinescu, născut pe data de 1 ianuarie 1942, a urmat cursurile Facultății de Fizică a Universității București între anii 1959-1964 după care, în perioada 1969-1972, a fost doctorand la Institutul Central de Fizică, București, obținând titlul de Doctor în fizică în anul 1972 cu teza intitulată ”Contribuții la studiul factorilor de formă electromagnetici ai hadronilor”.

Poziții ocupate în cariera științifică

Domnul Profesor Dr. Mihai Vișinescu a urmat apoi o carieră științifică strălucită ocupând succesiv următoarele poziții științifice: fizico-chimist stagiar (1964-1965), fizician (1965-1969), cercetător(1969-1975), cercetător principal gr. III (1975-1990) și cercetător principal gr.II (1990-1993) la Secția de Fizică Teoretică, Institutul de Fizică Atomică, București. Din 1993 este cercetător principal gr. I la aceeași secție a aceluiași institut care, între timp, a devenit Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei” IFIN-HH, Măgurele, București.

În același timp a ocupat poziții temporare ca cercetător sau profesor invitat în importante universități și centre de cercetare din Europa și USA dintre care menționăm:

- DAMTP, Cambridge (Anglia) - 1971
- Universitatea Arizona (Tucson, USA) - 1983
- IUCN(Dubna, Rusia) - 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1984, 1985
- ICTP (Trieste, Italia) - 1975, 1980, 1987, 1990
- DESY (Zeuthen, Germania) - 2007
- CERN (Geneva, Elvetia) -2001
- Technion (Haifa, Israel) - 1994, etc.

Prezența internațională

Pe durata întregii sale cariere a fost o prezență marcantă pe plan internațional susținând lecții invitate și contribuții la conferințe internaționale în următoarele țări: Germania (*Reinhardtsbrunn - 1978; Ahrenshoop - 1988; Gossen - 1989; Wendisch-Rietz - 1993; Leipzig - 1984, 1995, 1998, 2002, 2007; Buckow - 1996, 1998, 2001; München - 1988; Berlin - 2006*), Cehoslovacia (*Bechyne Castle - 1986; Liblice - 1989; Praga - 2008, 2011, 2012, 2014*), Rusia (*Dubna - 1995, 1997, 2003, 2005, 2008, 2011; Protvino - 1995*), Italia (*ICTP, Trieste - 1987*), Israel (*Haifa - 1994, Jerusalem - 1997*), Ucraina (*Kiev - 2000, 2003*), Serbia (*Vrnjacka Banja - 2003, 2005, 2013; Belgrad - 2007, 2010, 2014; Donji Milanovac - 2011*), Spania (*Alicante - 2003; Barcelona - 2005; Tenerife - 2007; Granada - 2010*), Turcia (*Ankara - 2004; Istanbul - 2006, Ankara - 2008*), Portugalia (*Lisabona - 2008*), Armenia (*Yerevan - 2008, 2010*), Ungaria (*Budapesta - 2006*), Grecia (*Salonic - 2008*), Elveția (*Ascona - 2009*), Franța (*Paris - 2009*), Bulgaria (*Varna - 1967, 2010; Sofia - 2012*), Croația (*Veli Losinj - 2013*).

De asemenea, a susținut seminarii și conferințe în universități de prestigiu din străinătate cum ar fi :

- DAMTP, Cambridge, Anglia (1971)
- Univ.Arizona, Tucson, USA (1983)
- Univ.California, Berkeley, USA (1983)
- Univ.Maryland, College Park, USA (1983)
- Technion, Haifa, Israel (1994, 1997)
- IUCN, Dubna, Rusia (2003, 2005)
- ICTP, Trieste, Italia (1990)
- Middle East Techn. Univ., Ankara, Turcia (2006)
- Cankaya Univ. Ankara, Turcia (2006, 2008) etc.

Organizarea de conferințe

Pe de altă parte, Domnul Profesor Dr. Mihai Vișinescu, s-a dovedit un bun și devotat organizator de întruniri științifice la nivel național sau internațional, participând activ în calitate de:

- -*Membru în comitetul de organizare al Conferinței Europene de Fizică, București - 1975.*
- -*CODIRECTOR al Seminarului Româno-American de Fizică Teoretică, București - 1985.*
- -*Membru în comitetele științifice de selecție a lucrărilor de fizică teoretică la practic toate Conferințele Naționale de Fizică.*
- -*Membru în Comitetul Internațional de Coordonare al conferințelor Marcel Grossmann Meeting începând cu 1997.*
- -*Membru în Comitetele de Organizare ale Conferințelor de Fizică Teoretică - 2002, 2004.*

- -Membru în comitetele științifice ale conferințelor internaționale organizate de Univ. Craiova (Călimanesti, Sinaia).
- -Membru în comitetele științifice ale conferințelor internaționale organizate de Universitatea de Vest Timișoara (TIM).

Lucrări publicate

O prodigioasă activitate științifică se regăsește în numeroasele lucrări publicate din țară și străinătate sau comunicate, pe care le enumerăm în continuare:

- **76 de articole publicate în reviste de prestigiu cotate ISI** în străinătate cum ar fi: *Physical Review, Nuovo Cimento, Classical and Quantum Gravity, Physics Letters, Europhysics Letters, Progress in Theoretical Physics, Nuclear Physics, J. Mathematical Physics, Intern. J. Modern Physics, J. Physics A: Math. Gen., Astroph. Space Science, Lett. Mod. Phys., Central Europ. J. Phys., Rev. Math. Phys., Physica Scripta, etc.*;
- **2 articole monografice publicate** la edituri de prestigiu din străinătate;
- **36 de articole publicate în reviste ale Academiei Române;**
- **14 de articole publicate în reviste al Universităților din țară;**
- **77 de comunicări și lecții invitate la conferințe internaționale;**
- **2 cursuri universitare și 2 articole monografice publicate în țară;**
- **43 preprinturi electronice pe arXiv.**

Citări

Lucrările domniei sale sunt citate în peste 550 de lucrări publicate în reviste de specialitate, cărți, teze de doctorat, etc., excluzând autocitările.

Aceste citări i-au adus un h-Index (*Hirsch = 13*)

Activitate didactică și conducerea de doctorat

În perioada 1984-2000, a ținut cursuri de teoria cuantică a câmpurilor, electrodinamica cuantică, cromodinamica cuantică și interacții fundamentale la Facultatea de Fizică București, anii IV, V, și la studiile aprofundate de masterat.

De asemenea, între anii 1995 – 2008, a ținut cursuri de teoria cuantică a câmpurilor la anii de studii aprofundate (masterat) la Universitatea Craiova. Ca profesor asociat la Facultățile de Fizică din București și Craiova a condus peste 50 lucrări de diplomă/licență. Pe baza acestei experiențe a redactat și publicat două cursuri universitare de teoria cuantică a câmpurilor.

Domnul Profesor M. Vișinescu a primit conducere de doctorat în specialitatea Fizică Teoretică, încă din anul 1990, fiind reconfirmat în anul 1999 în conformitate cu actualele criterii de performanță academică. A făcut parte din mai multe comisii de acordare a titlului

de doctor în fizică atât ca membru (în peste 50 de comisii) cât și în calitatea de conducător de doctorat, sub conducerea sa luând titlul de doctor 15 studenți doctoranzi.

Premii științifice

Ca o recunoaștere a meritelor științifice Domnul Profesor dr. Mihai Vișinescu a fost distins cu *Premiul Academiei Române "Dragomir Hurmuzescu"*, în anul 1987.

Alte activități

- *Membru în Comitetul Executiv SEENET-MTP (South-East European Network for Mathematics and Theoretical Physics)*
- *Este membru în comitetul redacțional al revistei Rom. Rep. Phys.*
- *Este referent la Physics Letters B, J. Math. Phys. A: Math.Gen., J.Phys. G, Mathematical Review, Kuwait J. Phys., Physica Scripta, etc..*
- *A fost în mai multe rânduri membru în Consiliile Științifice IFA, IFINHH.*
- *-În perioada 2004-2008 a fost Președintele Consiliului Științific al IFIN-HH și membru în Consiliul de Administrație al Institutului.*
- *A fost titular al mai multor granturi ale Academiei și CNCSIS.*
- *A fost membru în conducerea Programului CERES.*
- *A fost Director al mai multor proiecte în cadrul Programelor AEROSPAȚIAL și CNCSIS*
- *Este expert-evaluator pentru granturi și proiecte CNCSIS.*
- *Este responsabil pentru proiecte de colaborare IFIN - IUCN (Dubna) în domeniul gravitației*
- *Este responsabil cu colaborarea IFIN - INRNE (Sofia, Bulgaria) în domeniul fizicii teoretice*

Opera științifică

Domnul Profesor Mihai Vișinescu a desfășurat o activitate științifică remarcabilă, de mare vizibilitate internațională, care îl plasează printre cei mai cunoscuți fizicieni teoreticieni din Europa.

Începuturile activității sale științifice au fost acum 50 ani când a fost angajat în Laboratorul de Fizică Teoretică IFA, actualmente Departamentul de Fizică teoretică din cadrul Institutului Național de Fizică și Inginerie Nucleară "Horia Hulubei". Pentru început, cercetările sale s-au orientat spre teoria cuantică a câmpurilor, energii înalte și particule elementare, pentru ca apoi să-și extindă cercetările în domeniul gravitației, cosmologiei și al fizicii matematice. Încercăm să surprindem, în continuare, principalele sale realizări științifice în domeniile menționate.

1. *Studiul analiticității matricii S*

A studiat proprietățile analitice ale matricii de împrăștiere S în lucrările [I.1, I.2, II.1 - II.9] unde a dedus și rezolvat ecuațiile integrale cedescriu matricea de împrăștiere pornind de la relațiile de dispersie pentru funcția Jost generalizată în planul complex al impulsului. Funcția Jost a fost exprimată prin soluțiile proprii ale unei ecuații Fredholm cu un nucleu Hilbert-Schmidt. Apoi, metoda a fost extinsă și la cazul împrăștierii cu mai multe canale de reacție, caz în care matricea de împrăștiere S este dată de valorile funcției Jost pe diferite foi Riemanniene.

2. *Teoria particulelor elementare*

S-a ocupat de studiul interacțiilor și structura particulelor elementare pornind de la modelul Veneziano, premergător al actualelor teorii de corzi ("strings"). În lucrările [I.4, I.5, I.7, II.12 - II.15] s-au investigat dezintegrarea $\omega \rightarrow 3\pi$, împrăștieria mezonilor π , factorul de formă electromagnetic al mezonilor π . În zona de energii joase, folosindu-se tehnica algebrelor de curenți, au fost studiate lungimile de împrăștiere ale mezonilor π [I.5, II.10, II.11], raza medie pătratică a factorului de formă slab axial al nucleonului [I.3]. Factorul de formă electromagnetic al hadronilor a fost investigat folosind un model de partoni [I.8], ideea de bază constând în considerarea interacției dintre fotoni și hadroni ca fiind mediată de cuplajul dintre fotoni și subconstituenții hadronilor - partoni (cuarci) de spin 1/2.

Tot în zona de energii joase a studiat dezintegrările mezonilor π în perechi de leptoni folosind un model de cuarci [I.18, I.27, II.20]. Modelul de cuarci combinat cu tehnicile de algebre de curenți au permis descrierea dezintegrărilor neleptonice ale hiperonilor grei [I.19]. Aceste evaluări au fost citate adesea și, chiar și în prezent sunt comparate cu rezultatele experimentale recente.

3. *Aplicații armonice*

Lucrările [I.13, I.16, I.17] sunt dedicate unor utilizări ale aplicațiilor armonice în teoria câmpului. Rolul aplicațiilor armonice este binecunoscut în diferite domenii din fizică cum ar fi fizica particulelor elementare, modelul sigma neliniar, ecuațiile Yang-Mills, relativitatea generală, etc. Pornind de la observația lui Gribov, într-o teorie de etalonare Yang-Mills cu simetrie SU(2), condiția de transversalitate Coulomb nu fixează etalonarea complet. Există mai multe configurații de câmp nebanale ce reprezintă același câmp fizic (așa numitele copii Gribov de vid) ce sunt conectate între ele prin transformări de etalonare finite. Folosind teoria aplicațiilor armonice a descris soluțiile de tip Gribov și a pus în evidență noi soluții ce nu sunt sferic simetrice. Tot pe baza teoriei aplicațiilor armonice a obținut constrângerile ce există în construcția modelelor sigma 4-dimensionale general covariante.

De asemenea, a construit efectiv noi soluții de tip instanton -meron în cazul unui model sigma 4-dimensional. Aceste noi soluții interpolatează între soluțiile de instanton și cele de meron, depinzând continuu de un parametru ce joacă rolul unei constante de cuplaj.

4. *Ricci flow*

În lucrările [I.49, I.55, II.30, III.8, IV.32, IV.40] a studiat ecuațiile de flux Ricci ce sunt în prezent considerate ca reprezentând un instrument de bază în variate probleme de

matematică și fizică. Ecuțiile de ux Ricci sunt ecuații diferențiale parabolice, neliniare de ordinul doi pentru componentele tensorului metric al unui spațiu Riemann constrânse de tensorul de curbura Ricci. Folosind abordări adecvate pentru studiul ecuațiilor de flux Ricci a generat soluții explicite în 2, 3 și 4 dimensiuni. În cazul unor sisteme fizice concrete pot exista simetrii ale structurii geometrice, fapt ce a permis obținerea efectivă a unor clase mai largi de soluții.

5. Anomalii cuantice

O serie de lucrări [I.48, I.50, I.53, I.65, I.67, I.71, III.11, IV.35 - IV.37, IV.39, IV.41, IV.59, IV.61, IV.62, IV.65] au fost dedicate investigării anomaliilor cuantice ce pot apărea în cazul interacției gravitaționale ce curbează spațiul-timp. În general, anomaliile cuantice reprezintă discrepanța dintre legile de conservare la nivel clasic și corespondentele lor la nivel cuantic. Chiar în cazul teoriei cuantice a câmpurilor pe spațiul plat Minkowski eventuala prezență a unor anomalii cuantice face imposibilă construcția unei teorii de câmp renormabile. În cazul interacției gravitaționale o cuantificare perturbativă consistentă nu este încă cunoscută, iar curbarea spațiului-timp face ca problema anomaliilor să fie mai delicată. În acest context, este deosebit de important în construcția oricărei teorii cuantice pentru gravitație de a înțelege problema anomaliilor. S-a arătat că în general vectorii Killing conformi și tensorii Stakel-Killing conformi nu pot fi asociați unor operatori cuantici care să comute cu operatorul Klein-Gordon. Există și câteva excepții notabile cum ar fi cazul spațiilor Ricci plate sau, mai important, cel al tensorilor Stackel-Killing asociați unor tensori Killing-Yano. În cazul anomaliei axiale, interpretată ca indexul L2 al operatorului chiral Dirac, s-a arătat că acesta se anulează pe spațiul Taub-NUT standard pe R^4 . Pentru metrica Taub-NUT generalizată, anomalia axială este finită cu toate că operatorul Dirac nu este de tip Fredholm în $L^2(R^4)$.

6. Teoria cuantică a câmpurilor

În domeniul teoriei cuantice a câmpurilor a studiat grupul de renormare pentru masele și constantele de cuplaj efective în teorii de câmp renormabile [I.10, I.11, I.20]. A investigat stabilitatea și comportarea asimptotică a ecuațiilor grupului de renormare în limita constantelor de cuplaj mici. Acest regim asimptotic al constantelor de cuplaj este util în cazul modelului standard al particulelor elementare în care libertatea asimptotică ("asymptotic freedom") este bine cunoscută. În lucrarea [II.16] s-a considerat o abordare alternativă la renormarea perturbativă uzuală din teoria câmpurilor propusă de L. D. Faddeev și cunoscută sub numele de "dressing". Metoda a fost aplicată la o teorie de câmp cu interacție Yukawa și s-a arătat că divergențele ce ar apărea în matricea de împrăștiere S pot fi înlăturate printr-o modificare adecvată a metodei de "dressing".

O altă direcție de cercetare în teoria câmpului a vizat aplicarea funcției zeta ca metodă de regularizare. Funcția zeta generalizată introdusă în [I.12] a fost utilizată în calculul potențialului efectiv pentru un model Gross-Neveu în aproximația unei bucle, în prezența unui câmp magnetic constant și la temperatura finită. Regularizarea cu ajutorul funcției zeta generalizate evită adăugarea de contratermeni infiniți sau scăderea de termeni polari.

În lucrarea [I.12] a dat o reprezentare integrală pentru funcția zeta termală și a descris proprietățile ei analitice. Lucrarea aparută în anul 1978 este și în prezent citată ca referință de bază pentru funcția zeta generalizată.

7. *Teorii Kaluza-Klein*

Cercetările de relativitate generală reprezintă în momentul de față unul dintre cele mai active domenii în fizica fundamentală. Până în prezent există teorii de câmp cuantice, renormabile pentru interacțiile tari, electromagnetice și slabe, pe când interacțiile gravitaționale rămân, în continuare, fără o teorie adecvată, în ciuda eforturilor făcute până acum.

Încă din deceniul al treilea al secolului trecut Kaluza și Klein au propus o unificare a interacției gravitaționale cu electromagnetismul într-un spațiu cu 5 dimensiuni. În variate forme, teoriile de tip Kaluza-Klein se regăsesc în foarte multe dintre abordările moderne de unificare a interacțiilor fundamentale cum ar fi teoria corzilor ("strings"), membranelor ("branes"), etc.

Domnul Profesor Mihai Vișinescu a studiat în grupul de lucrări [I.21-I.26, I.56] a studiat diferite scheme de compacti fiecare spontană a dimensiunilor suplimentare induse de câmpuri scalare, câmpuri de etalonare (gauge) și monopoli. Astfel a considerat o compactificare a spațiului-timp indusă de un model sigma neliniar. O clasă generală de soluții este dată de submersii din spațiul extra-dimensional pe spațiul în care câmpurile scalare iau valori. Câmpurile de etalonare sunt asociate vectorilor Killing verticali, sunt fără masă și cu o simetrie abeliană. Alte realizări concrete ale compactificării au fost elaborate dotând extra-spațiul cu diferite structuri geometrice interesante cum ar fi structuri cosimplectice, varietati Hopf generalizate, etc. Autorul a fost invitat să publice o sinteză a acestor rezultate în volumul [V.1] "The Mathematical Heritage of Gauss", World Publishing Company (1991).

8. *Studiul simetriilor Taub-NUT și tensori Killing*

Conceptul de simetrie este unul dintre cele mai puternice instrumente în fizică. Teorema Noether leagă simetriile continue de legile de conservare care sunt fundamentale în fizică și permit clasificarea soluțiilor ecuațiilor de mișcare astfel încât sisteme fizice complicate devin solvabile. În cazul gravitației, eventual într-un număr arbitrar de dimensiuni, este esențial de identificat simetriile geometrice ale spațiilor curbate ce conduc la mărimile conservate pentru mișcările în aceste spații-timp. Izometriile descrise de vectori Killing reprezintă cele mai simple simetrii geometrice ale unui spațiu.

Există și simetrii mai complicate descrise de tensori Killing ce pot fi simetrici (Stackel-Killing) sau antisimetrici (Killing-Yano), generalizări naturale ale vectorilor Killing. În fizică ele corespund la așa numitele simetrii ascunse ("hidden symmetries"), simetrii ale întregului spațiu al fazelor și nu numai ale spațiului configurațiilor. Existența unor simetrii suplimentare conduce la superintegrabilitatea sistemului dinamic respectiv permițând separabilitatea ecuațiilor de câmp, existența operatorilor cuantici de simetrie, supersimetrii, etc.

În lipsa unei teorii cuantice pentru gravitație, domnul Profesor M. Vișinescu și-a concentrat atenția asupra comportării fermionilor pe spații curbate. Pe de o parte fermionii sunt obiecte esențialmente cuantice, iar pe de altă parte spațiile se curbează sub influența interacțiilor gravitaționale. Pentru început abordarea a fost făcută în modele pseudo-clasice în

care s-au introdus variabile Grassmann (anticomutative) pentru gradele de spin ale fermionilor [I.28 - I.35]. Ulterior a trecut la studiul ecuațiilor relativiste (Klein-Gordon, Dirac) pe spații curbate [I. 36 - I.46]. A găsit că în anumite condiții există mai mulți operatori de tip Dirac, perfect echivalenți cu operatorul Dirac standard. De asemenea, a studiat operatorii de tip Dirac ce corespund simetriilor ascunse [I.47, I.48, I.50, I.53, I.54, I.57, I.58, I.60, I.62, I.63, I.65-68, I.70-74]. Rezolvarea ecuațiilor Killing generalizate, ale altor soluții sunt tensori Killing de ordin superior, poate fi o sarcină extrem de laborioasă. În schimb, ținând cont de structura geometrică a spațiului considerat se pot scrie direct tensorii Killing de ordin superior în funcție de mărimi geometrice, fără o rezolvare explicită a dificilelor ecuații Killing. Teoria generală a fost exemplificată pe mai multe spații concrete.

O atenție deosebită a acordat-o spațiului Euclidean Taub-Newman-Unti-Tamburino (Taub-NUT) ce este relevant într-o serie de probleme majore: unificarea interacțiilor de tip Kaluza-Klein, instantoni gravitaționali, teoria corzilor și membranelor, mișcările fermionilor, etc... Aceste lucrări au fost publicate în mai multe reviste de prestigiu în fizica teoretică și teoria gravitației. În particular, rezultatele obținute asupra spațiului Taub-NUT au fost apreciate în mod deosebit fiind citate printre cele mai relevante rezultate în domeniu cu ocazia marării a 50 de ani de la apariția metricii Taub-NUT în numărul special "Golden Oldie" din *General Relativity and Gravitation* 36 (2004) No. 12. De aceea a fost invitat să publice un capitol într-un volum dedicat progreselor recente în gravitație și cosmologie "Frontiers in General Relativity and Quantum Cosmology Research" la Editura Nova Science, New York (2006) [V.2].

O alta clasă interesantă de spații ce admit forme Killing o reprezintă cele de tip Sasaki-Einstein. Aceste spații sunt adesea utilizate în fizica teoretică ca modele pentru găurile negre în mai mult de 4 dimensiuni, corespondența AdS/CFT, etc. Într-o serie de lucrări [I.70, I.73, I.74, I.76, II.35, II.36, IV.44, IV.45, IV.51, IV.63, IV.64, IV.66 - IV.77] a construit explicit formele Killing pe diferite spații cu structura Sasaki și a pus în evidență existența a noi tensori Killing atașați formelor olomorfe de volum pe conurile metrice Calabi-Yau.

9. Cosmologie

Presupunând corectitudinea înțelegerii noastre actuale asupra unificării interacțiilor fundamentale și cosmologia big-bang, este natural să ne așteptăm ca defecte topologice să se fi format în timpul tranzițiilor de fază urmate de ruperi spontane de simetrii în stadiile timpurii de evoluție ale Universului. Corzile cosmice ("cosmic strings") sunt defecte topologice liniare, analoage tuburilor de flux în supraconductorii de tip II sau lamentele de vortex în heliu suprafluid. Aceste obiecte pot oferi alternative potențiale la inflația cosmologică explicând originea fluctuațiilor inițiale de densitate ce conduc la anizotropii în radiația de fond de microunde (Cosmic Microwave Background - CMB). Orice model ce descrie stadiile timpurii în evoluția Universului are fundamentele în relativitatea generală și inputuri din fizica energiilor înalte.

Corzile cosmice reprezintă un exemplu excepțional pentru legătura profundă și fructuoasă dintre cosmologie și fizica energiilor înalte. Cercetările de cosmologie clasică și cuantică fac obiectul unor proiecte de colaborare IUCN Dubna - IFIN-HH Măgurele.

Într-o serie de lucrări [I.51, I.59, I.61, I.64, II.28, II.34, IV.43, IV.46, IV.48, IV.50, IV.52], a studiat corzile cosmice în diverse spații-timp de tip Bianchi. În esență corzile cosmice perturbă izotropia spațiului încât se impune folosirea de modele spatio-temporale anizotrope.

Gravitația cu bucle ("loop quantum gravity" - LQG) a devenit în ultimii ani un candidat important la construcția unei teorii cuantice pentru gravitație. LQG este o abordare neperturbativă a teoriei cuantice a gravitației în care nu este folosită nicio metrică clasică prestabilită. Aplicarea LQG la sectorul cosmologic este cunoscută sub numele de cosmologie cuantică cu bucle ("loop quantum cosmology" - LQC). Într-o serie de lucrări [I.69, I.75, II.33] autorul a folosit abordarea LQC în studiul corzilor cosmice în spații cu anizotropii de tip Bianchi I, II. A pus în evidență rezolvarea singularității de tip big-bang din cosmologia clasică, efectele cuantice prevăzute de LQC conducând la evitarea colapsului gravitațional.

Ca o recunoaștere a activității domniei sale în domeniul gravitației și cosmologiei a fost cooptat ca membru permanent în Comitetul Internațional de organizare a conferințelor Marcel Grossmann - una dintre cele mai prestigioase întruniri periodice a fizicienilor ce lucrează în domeniul teoriei relativității generale.

Concluzii

Trebuie să spunem că domnul profesor Milai Vișinescu este un prieten vechi și devotat al Universității de Vest, participând activ la toate sesiunile de comunicări din seria Tim, fiind membru în colectivele redacționale ale Analelor UVT și în comitetele de organizare a numeroase manifestări științifice. A participat la comisii de doctorat și s-a interesat îndeaproape de evoluția tinerilor cercetători de la Facultatea de Fizică.

Trebuie să remarcăm în mod deosebit contribuția domniei sale la dezvoltarea unor direcții de cercetare comune IFIN-HH – UVT care au adus universității noastre un valoros și vizibil palmares academic.

Având în vedere cele prezentate mai sus, Senatul Universității de Vest din Timișoara, la propunerea Facultății de Fizică, a hotărât acordarea titlului de Doctor Honoris Causa domnului Profesor dr. Mihai Vișinescu, ca o recunoaștere a prestigiului și reputației sale științifice, cât și a colaborării cu Universitatea de Vest din Timișoara și cercetării în domeniul fizicii teoretice desfășurată în ultimii 20 de ani.

COMISIA DE LAUDATIO

Președinte:

Prof.univ.dr. Marilen PIRTEA

Rector al Universității de Vest, Timișoara

Membri:

Prof.univ.dr. Alexandru BUGLEA

Președinte al Senatului Universității de Vest, Timișoara

Prof.univ.dr. Dumitru Vulcanov

Decanul Facultății de Fizică din cadrul Universității de Vest, Timișoara

Conf.univ.dr. Mădălin Bunoiu

Prorector Universitatea de Vest din Timișoara

Prof.univ.dr. Radu Constantinescu

Universitatea din Craiova

Prof.univ.dr. Constantin Bizdada

Universitatea din Craiova

C.S.- I Dr. Fiz. Aurelian Isar

Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară – Horia Hulubei

Prof.univ.dr. Ion Cotăescu

Universitatea de Vest, Timișoara

SIMETRIA

un instrument de bază în fizică

Mihai Visinescu

*Departamentul de Fizică Teoretică
Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară, "Horia Hulubei"
P.O.B. MG-6, 077125 Magurele, Romania
mvisin@theory.nipne.ro; URL: <http://www.theory.nipne.ro/~mvisin/>*

Abstract

În acest scurt eseu vom trece în revistă câteva din aplicațiile conceptului de simetrie, referindu-ne în special la teoria câmpurilor clasice și cuantice, particule elementare, gravitație.

Introducere

Simetria este un principiu fundamental organizator în natură și cultură. Acest rol a fost recunoscut încă de la începuturile filosofiei naturale, Pitagora (secolul VI îdC) considerând că simetria oferă o înțelegere a naturii cosmosului. Termenul de simetrie provine din greacă (συμμετρία) desemnând armonia în proporții și aranjament.

În matematică simetria are un sens bine precizat, setul de transformări care păstrează o anumită proprietate a unui obiect formând un grup. Două obiecte sunt simetrice între ele în raport cu un grup de transformări dacă unul dintre ele poate fi obținut din celălalt prin transformări de simetrie. Astfel de transformări pot fi continue, cum ar fi rotația unui cerc, sau discrete, cum sunt reflexiile sau rotația unui poligon. În cazul simetriilor continue descrierea matematică se face cu grupuri continue (Lie), iar în cazul simetriilor discrete se folosesc grupuri finite.

În fizică proprietățile de simetrie ale unui sistem fizic sunt intim legate de legile de conservare ce caracterizează sistemul respectiv. Teorema Noether descrie precis această relație și anume stabilește că orice simetrie continuă a unui sistem implică conservarea unor proprietăți fizice ale sistemului. Este adevărată și reciproca acestei implicații și anume oricărei cantități ce se conservă îi corespunde o simetrie.

Simetrii geometrice

Cele mai simple simetrii sunt cele geometrice legate de transformări spațio-temporale. O categorie importantă o reprezintă acele transformări care păstrează distanța între puncte în spațiu, cunoscute și sub numele de izometrii. Aceste transformări pot fi continue, cum este cazul translațiilor și rotațiilor, sau discrete, reprezentate de reflexii.

În virtutea teoremei Noether invarianței proprietăților unui sistem la transformări continue spațio-temporale îi corespund mărimi conservate. Menționăm aici conservarea următoarelor mărimi:

- impulsul (invarianța la translație în spațiu);
- momentul cinetic (invarianța la rotații în spațiu);
- energia (translații în timp).

Modelul standard al particulelor elementare utilizează și transformări discrete acestea fiind:

- reflexia sau oglindirea (simetria de paritate P);
- inversia temporală (simetria temporală T);
- înlocuirea oricărei particule cu antiparticula sa (simetria de sarcină C).

Simetria T este mai greu de înțeles deoarece ar implica inversarea trecutului cu prezentul! Modelul standard o folosește pentru a descrie proprietățile locale ale sistemelor și nu pe cele globale.

Aceste simetrii discrete nu sunt simetrii exacte în natură, fiecare dintre ele putând fi violată. Totuși teoria câmpului, modelul standard prevede că toate trei împreună reprezintă o simetrie exactă în natură (simetria CPT). Aceasta înseamnă că dacă într-un proces avem o abatere de la simetria uneia dintre cele trei, atunci și celelalte două transformări prezintă abateri. Abaterile se compensează între ele astfel încât combinația CPT este o simetrie exactă.

Simetriile de paritate reprezintă un domeniu de interes curent de cercetare cu numeroase consecințe privind interacțiile dintre particulele elementare.

Integrabilitate

Simetriile geometrice ale spațiului pozițiilor conduc la mărimi conservate liniare în impulsuri. Există și mărimi conservate ce corespund simetriilor din întreg spațiul fazelor (poziții și impulsuri). Aceste simetrii se numesc adesea simetrii înalte sau ascunse, iar mărimile conservate corespunzătoare sunt polinomiale în impulsuri.

Existența mai multor constante de mișcare pentru un sistem fizic, liniare sau, mai general, polinomiale în impulsuri, face ca descrierea sistemului să fie mult ușurată.

Starea unui sistem mecanic închis cu d grade de libertate este caracterizată de $2d$ mărimi din care jumătate determină poziția, iar celelalte corespund impulsurilor. Din analiza

ecuațiilor ce guvernează evoluția în timp a sistemului rezultă că acesta poate avea maxim $(2d-1)$ constante de mișcare (integrale prime), deoarece sunt $(2d)$ condiții inițiale iar timpul initial nu poate fi fixat printr-o constantă de mișcare. Un sistem care are d constante de mișcare se numește complet integrabil iar dacă are mai mult de d constante de mișcare se numește superintegrabil. Pentru un sistem superintegrabil separarea variabilelor în ecuațiile Hamilton-Jacobi este posibilă în mai mult de un sistem de coordonate. Cazul limită, în care sistemul admite $(2d-1)$ integrale prime se numește maxim superintegrabil.

Un exemplu de sistem maxim superintegrabil, cunoscut de multă vreme, îl constituie problema Kepler, deoarece pentru cele 3 grade de libertate ($d=3$) posedă $(2d-1 = 5)$ constante de mișcare independente, grație existenței vectorului Runge-Lenz, pătratic în impulsuri. Sistemele maxim superintegrabile au orbite închise, uni-dimensionale deoarece acestea sunt date de intersecția izosuprafețelor constantelor de mișcare în spațiul fazelor.

Simetrii de etalonare

În fizică o teorie de câmp descrie modul în care unul sau mai multe câmpuri interacționează cu materia. Teoria câmpurilor reprezintă construcția dinamicii câmpurilor, adică modul în care câmpurile se schimbă în timp sau în raport cu alte variabile fizice independente de care depind.

Cea mai simplă simetrie internă este cea în care teoria este invariantă la o transformare a câmpurilor cu un factor de fază $e^{i\alpha}$ în care α este o constantă. O astfel de transformare se numește globală fiind valabilă în toate punctele din spațiu-timp. În cazul invarianței la această transformare de fază (matematic este vorba de grupul $U(1)$), aplicarea teoremei Noether conduce la conservarea sarcinii electrice.

Modelul standard al particulelor elementare implică transformări mai complicate și anume este vorba de grupul de simetrie $U(1) \times SU(2) \times SU(3)$.

Este natural să se considere și transformări de fază $e^{i\alpha}$ în care faza este o funcție $\alpha(x)$ dependentă de punct. O simetrie locală diferă de la punct la punct, iar transformările locale de simetrie sunt parametrizate de coordonatele spațio-temporale. O teorie fizică bazată pe simetrii locale se numește teorie de etalonare și simetriile naturale ale acesteia se numesc simetrii de etalonare ("gauge").

Trecerea de la simetrii locale la globale este extrem de importantă și fructuoasă. Invarianța unei teorii la transformări locale este posibilă numai dacă există câmpuri de etalonare. Mai mult decât prezența acestor noi câmpuri de etalonare, simetria a devenit dinamică în sensul că este prescrisă interacția acestora cu materia.

Foarte rezumativ, în modelul standard avem trei grupuri de etalonare. Grupul $U(1)$ corespunde electromagnetismului, iar particula ce mediază interacția este fotonul. Grupul $SU(2)$ este legat de interacția slabă și avem trei particule de etalonare W^{\pm}, Z^0 . Împreună cu simetria $U(1)$ grupul de etalonare $U(1) \times SU(2)$ descrie interacția electroslabă, iar recenta descoperire a particulelor W^{\pm}, Z^0 la CERN a reprezentat o strălucită confirmare a modelului standard. În sfârșit grupul de etalonare $SU(3)$ al modelului standard este responsabil de interacția tare a cuarcilor, câmpurile de etalonare fiind reprezentate de 8 gluoni.

Ruperi de simetrie

Ruperea de simetrie descrie în fizică fenomenul în care mici fluctuații în caracteristicile unui sistem determină o alterare a simetriei acestuia. Ruperea de simetrie poate fi explicită sau spontană. În cazul unei ruperi de simetrie explicită, ecuațiile de mișcare ce descriu sistemul nu rămân invariante în urma ruperii de simetrie.

Ruperi spontane de simetrie; mecanismul Higgs

Ruperea spontană de simetrie este mult mai subtilă și cu importante consecințe fizice. Ruperea spontană de simetrie reprezintă modul de realizare a ruperii de simetrie a unui sistem fizic în care ecuațiile de mișcare continuă să aibă o anumită simetrie, dar sistemul ca un întreg nu rămâne invariant, căci stările de minimă energie (stările de vid) nu mai au această simetrie.

Teoriile de etalonare prezintă un aspect nou în procesul de rupere spontană a simetriei. În cazul teoriilor de etalonare, ruperea spontană de simetrie este asociată cu existența unor particule masive, fenomen observat în fizica supraconductorilor sau în fizica particulelor elementare.

În modelul standard al particulelor elementare, ruperea spontană a simetriei de etalonare $SU(2) \times U(1)$ asociată forțelor electrolabe generează mase pentru unele particule și separă electromagnetismul de forțele slabe. Particulele elementare W^\pm, Z^0 mediază interacția slabă, iar fotonul pe cea electromagnetică. Fără ruperea spontană de simetrie, modelul standard al particulelor elementare ar cere ca particulele W^\pm, Z^0 să fie fără masă, în timp ce ele în realitate sunt masive. Ruperea spontană de simetrie, prin mecanismul specific Higgs, face ca particulele W^\pm, Z^0 să fie masive în timp ce fotonul continuă să fie fără masă. În același timp se prevede existența unei particule noi, masive - bosonul Higgs. Recenta detectare la CERN a bosonului Higgs probează una din predicțiile modelului standard, reprezentând un frumos succes al acestei construcții teoretice ingenioase.

Anomalii cuantice

O altă situație deosebit de importantă în care apar violări ale simetriei o reprezintă trecerea de la regimul clasic la cel cuantic. Adesea o simetrie a unui sistem fizic la nivel clasic nu se păstrează când se trece la o tratare cuantică a sistemului. În general anomaliile cuantice reprezintă discrepanța dintre legile de conservare la nivel clasic și corespunzătoarele lor la nivel cuantic. Chiar în cazul teoriei cuantice a câmpurilor pe spațiul plat Minkowski eventuala prezență a unor anomalii cuantice face imposibilă construcția unei teorii de camp renormabile. În cazul interacției gravitaționale o cuantificare perturbativă consistentă nu este încă cunoscută, iar curbarea spațiului-timp face ca problema anomaliilor să fie mai delicată. În acest context înțelegerea problemei anomaliilor este deosebit de importantă în construcția oricărei teorii cuantice pentru gravitație.

Supersimetrii

În fizica particulelor, supersimetria reprezintă o extensie a simetriei spațio-temporale în care cele două clase de particule elementare, bosonii și fermionii, sunt corelate. Fiecare particulă dintr-o clasă este asociată cu o particulă din cealaltă clasă, numită superpartener, spinul lor diferind prin $1/2$. Dacă supersimetria nu este ruptă, membrii unei perechi de superparteneri au aceeași masă și aceleași numere cuantice, exceptând spinul.

Dacă supersimetria ar fi o simetrie adevărată în natură, atunci multe probleme din fizica particulelor elementare, cosmologie și-ar găsi rezolvarea. Modelul standard supersimetric minimal este foarte studiat și se consideră ca fiind un potențial candidat la extensia modelului standard.

Din păcate, recente experimente efectuate la acceleratorul Large Hadron Collider (LHC) de la CERN nu au pus în evidență supersimetria. Datele experimentale de la LHC fac îndoielnică validitatea multor teorii de supersimetrie.

Concluzii

Inițial simetriile au apărut ca transformări ale spațiului ce păstrează figurile invariante. Ele au devenit un subiect fascinant în cele mai diverse domenii de la știință și natură la artă și societate.

În cele de mai sus ne-am referit doar la câteva aplicații ale simetriilor în fizica particulelor elementare, teoria câmpurilor și gravitație. Dar simetria este aplicată în multe alte domenii de fizică din relativitate, teorii cuantice, cristalografie, spectroscopie, etc. Este un domeniu în continuă dezvoltare cu numeroase implicații în cercetarea de fizică modernă.

CURRICULUM VITAE

Nume: Mihai Vişinescu

Departamentul de Fizică Teoretică,

Institutul Național de Fizică și Inginerie Nucleară, IFIN-HH, Măgurele, C.P.MG-6,
București,

Tel.: (4)-021-404.23.35;

E-mail: mvisin@theory.nipne.ro

URL: www.theory.nipne.ro/~mvisin

Adresa: B-dul Camil Ressu, nr.57, Bloc H13, Ap. 129, Sector 3, București-031745, Tel. (4)-021-674.25.68; (4)-0741.690.949

Data nașterii: 1 ianuarie, 1942

Limbi străine: engleză, franceză, rusă

Stare civilă: căsătorit, 1 copil

Studii

1959-1964 Facultatea de Fizică, Universitatea București

1969-1972 Doctorand la Institutul Central de Fizică, București

1972 Doctor în Fizică. Titlul tezei: „Contribuții la studiul factorilor de formă electromagnetici ai hadronilor”

Poziții științifice

- 1964-1965: fizico-chimist stagiar, Institutul de Fizică Atomică, București
- 1965-1969: fizician, Institutul de Fizică Atomică, București
- 1969-1975: cercetător, Institutul de Fizică Atomică, București
- 1975-1990: cercetător principal gr. III, Secția de Fizică Teoretică, Institutul de Fizică Atomică, București
- 1990-1993: cercetător principal gr.II, Secția de Fizică Teoretică, Institutul de Fizică Atomică, București
- 1993-prezent: cercetător principal gr. I, Secția de Fizică Teoretică, Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară, IFIN-HH, Măgurele, București.

Lecții invitate și contribuții la conferințe internaționale

- Germania (Reinhardtsbrunn - 1978; Ahrenshoop - 1988; Gossen - 1989; Wendisch-Rietz -1993; Leipzig - 1984, 1995, 1998, 2002, 2007; Buckow - 1996, 1998, 2001; M\ unchen - 1988; Berlin - 2006)

- Cehoslovacia (Bechyne Castle - 1986; Liblice - 1989; Praga - 2008, 2011, 2012, 2014)
- Rusia (Dubna - 1995, 1997, 2003, 2005, 2008, 2011; Protvino - 1995)
- Italia (ICTP, Trieste - 1987)
- Israel (Haifa - 1994, Jerusalem - 1997)
- Ucraina (Kiev - 2000, 2003)
- Serbia (Vrnjacka Banja - 2003, 2005, 2013; Belgrad - 2007, 2010, 2014; Donji Milanovac - 2011)
- Spania (Alicante - 2003; Barcelona - 2005; Tenerife - 2007; Granada - 2010)
- Turcia (Ankara - 2004; Istanbul - 2006, Ankara - 2008)
- Portugalia (Lisabona - 2008)
- Armenia (Yerevan - 2008, 2010)
- Ungaria (Budapesta - 2006)
- Grecia (Salonic - 2008)
- Elveția (Ascona - 2009)
- Franța (Paris - 2009)
- Bulgaria (Varna - 1967, 2010; Sofia - 2012)
- Croația (Veli Losinij -2013).

Conferințe, seminariile susținute în străinătate

Seminariile și conferințele în universități și institute de prestigiu cum ar fi:

- DAMTP, Cambridge, Anglia (1971)
- Univ.Arizona, Tucson, USA (1983)
- Univ.California, Berkeley, USA (1983)
- Univ.Maryland, College Park, USA (1983)
- Technion, Haifa, Israel (1994, 1997)
- IUCN, Dubna, Rusia (2003, 2005)
- ICTP, Trieste, Italia (1990)
- Middle East Techn. Univ., Ankara, Turcia (2006)
- Cankaya Univ. Ankara, Turcia (2006, 2008) etc.

Organizare de Conferințe naționale și internațional

- Membru în comitetul de organizare al Conferinței Europene de Fizică, București - 1975.
- CO-DIRECTOR al Seminarului Româno-American de Fizică Teoretică, București - 1985.
- Membru în comitetele științifice de selecție a lucrărilor de fizică teoretică la practic toate Conferințele Naționale de Fizică.
- Membru în Comitetul Internațional de Coordonare al conferințelor Marcel Grossmann Meeting începând cu 1997.
- Membru în Comitetele de Organizare ale Conferințelor de Fizică Teoretică - 2002, 2004.

- Membru în comitetele științifice ale conferințelor internaționale organizate de Univ. Craiova (Călimănești).
- Membru în comitetele științifice ale conferințelor internaționale organizate de Univ. de Vest Timișoara (TIM).

Poziții în străinătate

Cercetător și profesor invitat pe perioade între 2 săptămâni și 6 luni în mai multe centre de cercetare din Europa și USA

- *DAMTP, Cambridge (Anglia) - 1971*
- *Universitatea Arizona (Tucson, USA) - 1983*
- *IUCN(Dubna, Rusia) - 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1984, 1985*
- *ICTP (Trieste, Italia) - 1975, 1980, 1987, 1990*
- *DESY (Zeuthen, Germania) - 2007*
- *CERN (Geneva, Elvetia) -2001*
- *Technion (Haifa, Israel) - 1994, etc.*

Lucrări publicate

- 76 articole publicate în reviste ISI de prestigiu din străinătate cum ar fi Physical Review, Nuovo Cimento, Classical and Quantum Gravity, Physics Letters, Europhysics Letters, Progress in Theoretical Physics, Nuclear Physics, J.Mathematical Physics, Intern. J. Modern Physics, J. PhysicsA: Math. Gen., Astroph. Space Science, Lett. Mod. Phys., Central Europ. J. Phys., Rev. Math. Phys., Physica Scripta, etc.
- 36 articole publicate în reviste ale Academiei Române
- 14 articole publicate în reviste al Universităților din țară
- 77 comunicări și lecții invitate la conferințe internaționale
- 2 articole monografice publicate la edituri de prestigiu din străinătate
- 2 cursuri universitare
- 2 articole monografice publicate în țară
- 43 E-prints

h-Index (Hirsch = 13)

Citări

Peste 550 citări în reviste de specialitate, cărți, teze de doctorat, etc., excluzând autocitările.

Activitate didactică

În perioada 1984 - 2000 cursuri de teoria cuantică a câmpurilor, electrodinamică cuantică, cromodinamică cuantică, interacții fundamentale, la Facultatea de Fizică, București, anii IV, V și studii aprofundate (masterat).

În perioada 1995 - 2008 cursuri de teoria cuantică a câmpurilor la anii de studii aprofundate (masterat) la Universitatea Craiova.

Ca profesor asociat la Facultățile de Fizică din București și Craiova am condus peste 50 lucrări de diplomă/licență.

Cursuri universitare

Două cursuri universitare de teoria cuantică a câmpurilor publicate în 1988 având la bază cursurile predate la Facultatea de Fizică din București la anii IV și V.

Conducere de doctorate

În conformitate cu adresa Ministerului Învățământului nr. 39462 din 4 octombrie 1990 am fost numit conducător de doctorat în specialitatea Fizică Teoretică.

Am fost reconfirmat în 1999 în calitatea de conducător de doctorat.

Am făcut parte din mai multe comisii de acordare a titlului de doctor în fizică atât ca membru cât și în calitatea de conducător de doctorat.

Sub conducerea mea au luat titlul de doctor 15 doctoranzi. Am fost membru în comisii de doctorat la mai mult de 50 susțineri de teze.

Premii Științifice

Premiul Academiei Române "Dragomir Hurmuzescu" (1987).

Alte activități

- *Membru în Comitetul Executiv SEENET-MTP*
- *Sunt membru în comitetul redacțional al revistei Rom. Rep.Phys.*
- *Sunt referent la: Physis Letters B, J. Math. Phys. A: Math.Gen., J. Phys. G, Mathematical Review, Kuwait J. Phys., Physica Scripta, etc.*
- *Am fost în mai multe rânduri membru în Consiliile Științifice IFA, IFIN-HH. În perioada 2004-2008 am fost Președintele Consiliului Științific IFIN-HH și membru în Consiliul de Administrație al Institutului.*
- *Titular al mai multor granturi ale Academiei și CNCSIS*
- *Membru în conducerea Programului CERES.*
- *Director al mai multor proiecte în cadrul Programelor AEROSPAȚIAL și CNCSIS*
- *Expert-evaluator la granturi și proiecte CNCSIS.*
- *Responsabil proiecte de colaborare IFIN - IUCN (Dubna) în domeniul gravitației*
- *Responsabil colaborare IFIN - INRNE (Sofia, Bulgaria) în domeniul fizicii teoretice*

Începuturile activității mele științifice au fost acum 50 ani când am fost angajat în Laboratorul de Fizică Teoretică IFA, actualmente Departamentul de Fizică teoretică din cadrul Institutului Național de Fizică și Inginerie Nucleară "Horia Hulubei".

Cercetările mele s-au orientat asupra teoriei cuantice a câmpurilor, energii înalte, particule elementare, gravitație, cosmologie, fizică matematică.

Analiticitatea matricii S

Proprietățile analitice ale matricii de împrăștiere S au fost studiate în lucrările [I.1, I.2, II.1 - II.9]. Au fost deduse și rezolvate ecuațiile integrale ce descriu matricea de împrăștiere S pornind de la relațiile de dispersie pentru funcția Jost generalizată în planul complex al impulsului. Funcția Jost a fost exprimată prin soluțiile proprii ale unei ecuații Fredholm cu un nucleu Hilbert-Schmidt. Metoda a fost extinsă și la cazul împrăștierii cu mai multe canale de reacție, caz în care matricea de împrăștiere S este dată de valorile funcției Jost pe diferite foi Riemanniene.

Teoria particulelor elementare

Interacțiile și structura particulelor elementare au fost studiate folosind diferite abordări. Pe baza modelului Veneziano, premergător al actualelor teorii de corzi ("strings"), în lucrările [I.4, I.5, I.7, II.12 - II.15] s-au investigat dezintegrarea $\Omega \rightarrow 3\pi$, împrăștierea mezonilor π , factorul de formă electromagnetic al mezonilor π . În zona de energii joase, folosindu-se tehnica algebrelor de curenți, au fost studiate lungimile de împrăștiere ale mezonilor π [I.5, II.10, II.11], raza medie pătratică a factorului de formă slab axial al nucleonului [I.3]. Factorul de formă electromagnetic al hadronilor a fost investigat folosind un model de partoni [I.8], ideea de bază constând în considerarea interacției dintre fotoni și hadroni ca fiind mediată de cuplajul dintre fotoni și subconstituenții hadronilor - partoni (cuarci) de spin 1/2. Tot în zona de energii joase s-au studiat dezintegrările mezonilor π în perechi de leptoni folosind un model de cuarci [I.18, I.27, II.20]. Modelul de cuarci combinat cu tehnicile de algebre de curenți au permis descrierea dezintegrărilor neleptonice ale hiperonilor Ω^- și Σ^+ [I.19]. Aceste evaluări au fost citate adesea, chiar și în prezent sunt comparate rezultatele experimentale recente cu predicțiile teoretice de acum 30 ani.

Aplicații armonice

Lucrările [I.13, I.16, I.17] sunt dedicate unor utilizări ale aplicațiilor armonice în teoria câmpului. Rolul aplicațiilor armonice este binecunoscut în diferite domenii din fizică cum ar fi fizica particulelor elementare, modelul sigma neliniar, ecuațiile Yang-Mills, relativitatea generală, etc. Pornind de la observația lui Gribov, într-o teorie de etalonare Yang-Mills cu simetrie SU(2), condiția de transversalitate Coulomb nu fixează etalonarea complet. Există mai multe configurații de câmp nebanale ce reprezintă același câmp fizic (așa numitele copii Gribov de vid) ce sunt conectate între ele prin transformări de etalonare finite. Folosind teoria aplicațiilor armonice s-au descris

soluțiile de tip Gribov și s-au pus în evidență noi soluții ce nu sunt sferic simetrice. Tot pe baza teoriei aplicațiilor armonice s-au obținut constângerile ce există în construcția modelelor sigma 4-dimensionale general covariante. De asemenea s-au construit efectiv noi soluții de tip instanton, meron în cazul unui model sigma 4-dimensional. Aceste noi soluții interpolează între soluțiile de instanton și meron, depinzând continuu de un parametru ce joacă rolul unei constante de cuplaj.

Ricci flow

În lucrările [I.49, I.55, II.30, III.8, IV.32, IV.40] s-au studiat ecuațiile de flux Ricci ce sunt în prezent considerate ca reprezentând un instrument de bază în variate probleme de matematică și fizică. Ecuațiile de flux Ricci sunt ecuații diferențiale parabolice, neliniare de ordinul doi pentru componentele tensorului metric al unui spațiu Riemann constrânse de tensorul de curbură Ricci. Folosind abordări adecvate pentru studiul ecuațiilor de flux Ricci s-au generat soluții explicite în 2, 3, 4 dimensiuni. În cazul unor sisteme fizice concrete pot exista simetrii ale structurii geometrice, fapt ce a permis obținerea efectivă a unor clase mai largi de soluții.

Anomalii cuantice

În lucrările [I.48, I.50, I.53, I.65, I.67, I.71, III.11, IV.35 - IV.37, IV.39, IV.41, IV.59, IV.61, IV.62, IV.65] au fost investigate anomaliile cuantice în cadrul interacției gravitaționale ce curbează spațiul-timp. În general anomaliile cuantice reprezintă discrepanța dintre legile de conservare la nivel clasic și corespunzătoarele lor la nivel cuantic. Chiar în cazul teoriei cuantice a câmpurilor pe spațiul plat Minkowski eventuala prezență a unor anomalii cuantice face imposibilă construcția unei teorii de câmp renormabile. În cazul interacției gravitaționale o cuantificare perturbativă consistentă nu este încă cunoscută, iar curbarea spațiului-timp face ca problema anomaliilor să fie mai delicată. În acest context este deosebit de important în construcția oricărei teorii cuantice pentru gravitație de a înțelege problema anomaliilor. S-a arătat că în general vectorii Killing conformi și tensorii Stackel-Killing conformi nu pot fi asociați unor operatori cuantici care să comute cu operatorul Klein-Gordon. Există și câteva excepții notabile cum ar fi cazul spațiilor Ricci plate sau, mai important, cel al tensorilor Stackel-Killing asociați unor tensori Killing-Yano. În cazul anomaliei axiale, interpretată ca indexul L2 al operatorului chiral Dirac, s-a arătat că acesta se anulează pe spațiul Taub-NUT standard pe R4. Pentru metrica Taub-NUT generalizată, anomalia axială este finită cu toate că operatorul Dirac nu este Fredholm în $L2(R4)$.

Teoria cuantică a câmpurilor

În domeniul teoriei cuantice a câmpurilor s-a studiat grupul de renormare pentru masele și constantele de cuplaj efective în teorii de câmp renormabile [I.10, I.11, I.20]. S-a investigat stabilitatea și comportarea asimptotică a ecuațiilor grupului de renormare în limita constantelor de cuplaj mici. Acest regim asimptotic al constantelor de cuplaj este util în cazul modelului standard al particulelor elementare în care libertatea asimptotică ("asymptotic freedom") este bine cunoscută. În lucrarea [II.16] s-a considerat o abordare alternativă la renormarea perturbativă uzuală din teoria câmpurilor propusă de

L. D. Faddeev și cunoscută sub numele de "dressing". Metoda a fost aplicată la o teorie de câmp cu interacție Yukawa și s-a arătat că divergențele ce ar apărea în matricea de împrăștiere S pot fi înlăturate printr-o modificare adecvată a metodei de "dressing". O altă direcție de cercetare în teoria câmpului a vizat aplicarea funcției zeta ca metodă de regularizare. Funcția zeta generalizată introdusă în [I.12] a fost utilizată în calculul potențialului efectiv pentru un model Gross-Neveu în aproximația unei bucle, în prezența unui câmp magnetic constant și la temperatură finită. Regularizarea cu ajutorul funcției zeta generalizate evită adăugarea de contratermeni infiniți sau scăderea de termeni polari. În lucrarea [I.12] s-a dat o reprezentare integrală pentru funcția zeta termală și s-au descris proprietățile ei analitice. Lucrarea apărută în 1978 este și în prezent citată ca referință de bază pentru funcția zeta generalizată.

Kaluza-Klein

Cercetările de relativitate generală reprezintă în momentul de față unul dintre cele mai active domenii în fizica fundamentală. Până în prezent există teorii de câmp cuantice, renormabile pentru interacțiile tari, electromagnetice și slabe. Interacțiile gravitaționale rămân în continuare fără o teorie adecvată în ciuda eforturilor făcute.

Încă din deceniul al treilea al secolului trecut Kaluza și Klein au propus o unificare a interacției gravitaționale cu electromagnetismul într-un spațiu cu 5 dimensiuni. În variate forme teoriile de tip Kaluza-Klein se regăsesc în foarte multe din abordările moderne de unificare a interacțiilor fundamentale cum ar fi teoria corzilor ("strings"), membrane ("branes"), etc.

În grupul de lucrări [I.21-I.26, I.56] am studiat diferite scheme de compactificare spontană a dimensiunilor suplimentare induse de câmpuri scalare, câmpuri de etalonare (gauge), monopoli. Astfel s-a considerat o compactificare a spațiului-timp indusă de un model sigma neliniar. O clasă generală de soluții este dată de submersii din spațiul extra-dimensional pe spațiul în care câmpurile scalare iau valori. Câmpurile de etalonare sunt asociate vectorilor Killing verticali, sunt fără masă și cu o simetrie abeliană. Alte realizări concrete ale compactificării au fost elaborate dotând extra-spațiul cu diferite structuri geometrice interesante cum ar fi structuri cosimplectice, varietăți Hopf generalizate, etc. Am fost invitați să publicăm o sinteză a acestor rezultate în volumul [V.1] "The Mathematical Heritage of Gauss", World Publishing Company (1991).

Taub-NUT, tensori Killing

Conceptul de simetrie este unul dintre cele mai puternice instrumente în fizică. Teorema Noether leagă simetriile continue de legile de conservare. Acestea reprezintă legi fundamentale în fizică și permit clasificarea soluțiilor ecuațiilor de mișcare astfel încât sisteme fizice complicate devin solvabile. În cazul gravitației, eventual într-un număr arbitrar de dimensiuni, este esențial de identificat simetriile geometrice ale spațiilor curbate ce conduc la mărimi conservate pentru mișcările în aceste spații-timp. Izometriile descrise de vectori Killing reprezintă cele mai simple simetrii geometrice ale unui spațiu. Există și simetrii mai complicate descrise de tensori Killing ce pot fi simetrice (Stackel-Killing) sau antisimetrice (Killing-Yano), generalizări naturale ale

vectorilor Killing. În fizică ele corespund la așa numitele simetrii ascunse ("hidden symmetries"), simetrii ale întregului spațiu al fazelor și nu numai ale spațiului configurațiilor.

Existența unor simetrii suplimentare conduce la superintegrabilitatea sistemului dinamic respectiv permițând separabilitatea ecuațiilor de câmp, existența operatorilor cuantici de simetrie, supersimetrii, etc.

În lipsa unei teorii cuantice pentru gravitație, ne-am concentrat atenția asupra comportării fermionilor pe spații curbate. Pe de o parte fermionii sunt obiecte esențialmente cuantice, iar pe de altă parte spațiile se curbează sub influența interacțiilor gravitaționale.

Pentru început abordarea a fost făcută în modele pseudo-clasice în care s-au introdus variabile Grassmann (anticomutative) pentru gradele de spin ale fermionilor [I.28 - I.35]. Ulterior s-a trecut la studiul ecuațiilor relativiste (Klein-Gordon, Dirac) pe spații curbate [I. 36 - I.46]. S-a găsit că în anumite condiții există mai mulți operatori de tip Dirac, perfect echivalenți cu operatorul Dirac standard. De asemenea s-au studiat operatorii de tip Dirac ce corespund simetriilor ascunse [I.47, I.48, I.50, I.53, I.54, I.57, I.58, I.60, I.62, I.63, I.65-68, I.70-74]. Rezolvarea ecuațiilor Killing generalizate, ale căror soluții sunt tensori Killing de ordin superior, poate fi o sarcină extrem de laborioasă. În schimb, ținând cont de structura geometrică a spațiului considerat se pot scrie direct tensorii Killing de ordin superior în funcție de mărimi geometrice, fără o rezolvare explicită a dificilelor ecuații Killing.

Teoria generală a fost exemplificată pe mai multe spații concrete. O atenție deosebită s-a acordat spațiului Euclidean Taub-Newman-Unti-Tamburino (Taub-NUT) ce este relevant într-o serie de probleme majore: unificarea interacțiilor de tip Kaluza-Klein, instantoni gravitaționali, teoria corzilor și membranelor, mișcările fermionilor, etc... Lucrările noastre au fost publicate în mai multe reviste de prestigiu în fizică teoretică și teoria gravitației. În particular, rezultatele obținute asupra spațiului Taub-NUT au fost apreciate în mod deosebit fiind citate printre cele mai relevante rezultate în domeniu cu ocazia marcării a 50 de ani de la apariția metricii Taub-NUT în numărul special "Golden Oldie" din *General Relativity and Gravitation* 36 (2004) No. 12. Am fost invitați să publicăm un capitol într-un volum dedicat progreselor recente în gravitație și cosmologie "Frontiers in General Relativity and Quantum

Cosmology Research" la Editura Nova Science, New York (2006) [V.2]. O altă clasă interesantă de spații ce admit forme Killing o reprezintă cele de tip Sasaki-Einstein. Aceste spații sunt adesea utilizate în fizica teoretică ca modele pentru găurile negre în mai mult de 4 dimensiuni, corespondența AdS/CFT, etc. Într-o serie de lucrări [I.70, I.73, I.74, I.76, II.35, II.36, IV.44, IV.45, IV.51, IV.63, IV.64, IV.66 - IV.77] s-au construit explicit formele Killing pe diferite spații cu structură Sasaki și s-a pus în evidență existența a noi tensori Killing atașați formelor olomorfe de volum pe conurile metrice Calabi-Yau.

Cosmologie

Presupunând corectitudinea înțelegerii noastre actuale asupra unificării interacțiilor fundamentale și cosmologia big-bang, este natural să ne așteptăm ca defecte

topologice să se fi format în timpul tranzițiilor de fază urmate de ruperi spontane de simetrie în stadiile timpurii de evoluție ale Universului. Corzile cosmice ("cosmic strings") sunt defecte topologice liniare, analoage tuburilor de flux în supraconductorii de tip II sau filamentele de vortex în heliu suprafluid. Aceste obiecte pot oferi alternative potențiale la inflația cosmologică explicând originea fluctuațiilor inițiale de densitate ce conduc la anizotropii în radiația de fond de microunde (Cosmic Microwave Background -CMB). Orice model ce descrie stadiile timpurii în evoluția Universului are fundamentele în relativitatea generală și inputuri din fizica energiilor înalte. Corzile cosmice reprezintă un exemplu excepțional pentru legătura profundă și fructuoasă dintre cosmologie și fizica energiilor înalte. Cercetările de cosmologie clasică și cuantică fac obiectul unor proiecte de colaborare IUCN Dubna - IFIN-HH Magurele. Într-o serie de lucrări [I.51, I.59, I.61, I.64, II.28, II.34, IV.43, IV.46, IV.48, IV.50, IV.52], am studiat corzile cosmice în diverse spații-timp de tip Bianchi. În esență corzile cosmice perturbă izotropia spațiului încât se impune folosirea de modele spațio-temporale anizotrope. Gravitația cu bucle ("loop quantum gravity" - LQG) a devenit în ultimii ani un candidat important la construcția unei teorii cuantice pentru gravitație. LQG este o abordare neperturbativă a teoriei cuantice a gravitației în care nu este folosită nicio metrică clasică prestabilită. Aplicarea LQG la sectorul cosmologic este cunoscută sub numele de cosmologie cuantică cu bucle ("loop quantum cosmology" - LQC). Într-o serie de lucrări [I.69, I.75, II.33] am folosit abordarea LQC în studiul corzilor cosmice în spații cu anizotropii de tip Bianchi I, II. S-a pus în evidența rezolvarea singularității de tip big-bang din cosmologia clasică, efectele cuantice prevăzute de LQC conducând la evitarea colapsului gravitațional.

* * *

Ca o recunoaștere a activității în domeniul gravitației și cosmologiei sunt membru permanent în Comitetul Internațional de organizare a conferințelor Marcel Grossmann - una dintre cele mai prestigioase întruniri periodice a fizicienilor ce lucrează în domeniul teoriei relativității generale.

Am participat cu lecții invitate și comunicări la numeroase conferințe internaționale în Anglia, USA, Germania, Spania, Italia, Cehia, Ungaria, Serbia, Rusia, Ucraina, Bulgaria, Turcia, etc..[IV.1 - IV.77] unde adesea am condus sesiuni.

Cercetător științific, profesor și în calitate de conducător de doctorat, am contribuit la formarea și impunerea pe plan internațional a școlii românești de energii înalte, teoria cuantică a câmpului și gravitație.

Mihai VISINESCU

Institutul National de Fizica si Inginerie Nucleara,
Magurele, Bucuresti

LUCRARI REPRESENTATIVE

1. **S. Ciulli, Gr. Ghika, M. Stihi, M. Visinescu**
General solution of the one channel scattering singular integral equations
Phys. Rev. **154**, 1345-1357 (1967)
2. **Gr. Ghika, E. Radescu, M. Visinescu**
On the weak axial mean square radius of the nucleon from photoproduction sum rules Progr. Theor. Phys. **39**, 1085-1086 (1968)
3. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
On the positivity of the $\pi\pi$ resonance widths in the Veneziano model
Nuovo Cimento **A65**, 707-714 (1970)
4. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
Veneziano model and the pion electromagnetic formfactor
Lett. Nuovo Cimento **3**, 9-12 (1970)
5. **M. T. Grisaru, M. Visinescu**
A parton model of electromagnetic formfactor of hadrons
Nuovo Cimento **7A**, 417-434 (1972)
6. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
New bounds on the pion electromagnetic form factor and its derivative
Nuovo Cimento **13A**, 385-396 (1973)
7. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
Qualitative study of the renormalization group equations
Nuovo Cimento **27A**, 183-193 (1975)
8. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
Renormalization group equations with multiple coupling constants
Nuovo Cimento **31A**, 294-304 (1976)
9. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
Zeta function regularization of the one loop effective potential
Nuovo Cimento **46A**, 25-36 (1978)
10. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
Gribov vacuum copies in terms of harmonic maps
Phys. Rev. **D21**, 1538-1542 (1980)

11. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
Constraints of a generally covariant four dimensional sigma model
Phys. Lett. **93B**, 411-418 (1980)
12. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
Four dimensional sigma model coupled to the metric tensor field
Nuovo Cimento **59B**, 59-74 (1980)
13. **Gr. Ghika, M. Visinescu**
Meron solution of the sigma model and singular harmonic maps
Zeitschrift für Physik **C11**, 353-357 (1982)
14. **M. Visinescu**
New instanton and meron solutions of a generally covariant four dimensional sigma model
Zeitschrift für Physik **C15**, 121-127 (1982)
15. **M. D. Scadron, M. Visinescu**
The soft momentum quark model predictions for the pseudoscalar meson decays into lepton pairs
Phys. Rev. **D29**, 911-918 (1984)
16. **M. D. Scadron, M. Visinescu**
 Ω^- and Σ^+ $\rightarrow p\gamma$ nonleptonic weak decays via current algebra, partial conservation of axial-vector current, and the quark model
Phys. Rev. **D28**, 1117-1124 (1983)
17. **M. Visinescu**
Renormalization group equations of Briot-Bouquet type
Zeitschrift für Physik **C28**, 555-558 (1985)
18. **S. Ianus, M. Visinescu**
Spontaneous compactification induced by nonlinear scalar dynamics, gauge fields and submersions
Classical and Quantum Gravity **3**, 889-896 (1986)
19. **S. Ianus, M. Visinescu**
Kaluza-Klein theory with scalar fields and generalized Hopf manifolds
Classical and Quantum Gravity **4**, 1317-1325 (1987)
20. **M. Visinescu**
Massless Kaluza-Klein gauge fields and space-time compactification induced by scalars
Europhys. Lett. **4**, 767-770 (1987)
21. **M. Visinescu**
Kaluza-Klein monopole in a nonlinear sigma model coupled to gravity
Europhys. Lett. **10**, 101-104 (1989)

22. **S. Ianus, M. Visinescu**
Space-time compactification and Riemannian submersions
in **The Mathematical Heritage of Gauss** , pag. 358-371; Ed. G. Rassias,
World Publishing Company, Singapore (1991)
23. **I. Caprini, L. Micu, M. Visinescu**
Comment on $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ decay and the pion wave function
Zeitschrift für Physik C56, 225-229 (1992)
24. **M. Visinescu**
The geodesic motion on generalized Taub-NUT gravitational instantons
Zeitschrift für Physik C60, 337-341 (1993)
25. **M. Visinescu**
Geodesic motion in Taub-NUT spinning space
Classical Quantum Gravity 11, 1867-1879 (1994)
26. **M. Visinescu**
Generalized Runge-Lenz vector in Taub-NUT spinning space
Phys. Lett. B339, 28-34 (1994)
27. **D. Vaman, M. Visinescu**
Generalized Killing equations and Taub-NUT spinning space
Phys. Rev. D54, 1398-1402 (1996)
28. **D. Vaman, M. Visinescu**
Spinning particles in Taub-NUT space
Phys. Rev. D57, 3790-3793 (1998)
29. **D. Vaman, M. Visinescu**
Supersymmetries and constants of motion in Taub-NUT spinning space
Fortschr. Phys. 47, 493-514 (1999)
30. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Schrödinger quantum modes on the Taub-NUT background
Mod. Phys. Lett. A15, 145-157 (2000)
31. **M. Visinescu**
Generalized Taub-NUT metrics and Killing-Yano tensors
J. Phys. A: Math. Gen. 33, 4383-4391 (2000)
32. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
The Dirac field in Taub-NUT background
Int. J. Mod. Phys. A16, 1743-1758 (2001)
33. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Runge-Lenz operator for Dirac field in Taub-NUT background
Phys. Lett. B502, 229-234 (2001)

34. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Non-existence of f -symbols in generalized Taub-NUT spacetimes
J. Phys. A: Math. Gen. **34**, 6459-6464 (2001)
35. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Dynamical algebra and Dirac quantum modes in the Taub-NUT background
Class. Quantum Gravity **18**, 3383-3393 (2001)
36. **M. Visinescu**
Fermions in Taub-NUT background
Int. J. Mod. Phys. **A17**, 1049-1054 (2002)
37. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Hierarchy of Dirac, Pauli and Klein-Gordon conserved operators in Taub-NUT background
Journ. Math. Phys. **43**, 2978-2987 (2002)
38. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Dirac operators on Taub-NUT space: Relationship and discrete transformations
General Relativity and Gravitation **35**, 389-400 (2003)
39. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Symmetries of the Dirac operators associated with covariantly constant Killing-Yano tensors
Classical Quantum Gravity **21**, 11-28 (2004)
40. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
The induced representation of the isometry group of the Euclidean Taub-NUT space and new spherical harmonics
Mod. Phys. Lett. **A19**, 1397-1409 (2004)
41. **I. I. Cotaescu, S. Moroianu, M. Visinescu**
Quantum anomalies for generalized Euclidean Taub-NUT metrics
J. Phys. A: Math. Gen. **38**, 7005-7019 (2005)
42. **S. A. Carstea, M. Visinescu**
Special solutions for Ricci flow equation in 2D using the linearization approach
Mod. Phys. Lett. **A20**, 2393-3002 (2005)
43. **S. Moroianu, M. Visinescu**
Finiteness of the L^2 -index of the Dirac operator of generalized Euclidean Taub-NUT metrics
J. Phys. A: Math. Gen. **39**, 6575-6581 (2006)
44. **B. Saha V. Rikhvitsky, M. Visinescu**
Bel-Robinson tensor and dominant energy property in Bianchi type I Universe
Mod. Phys. Lett. A **21**, 847-861 (2006)

45. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Superalgebras of Dirac operators on manifolds with special Killing-Yano tensors
 Fortschr. Phys. **54**, 1142-1164 (2006)
46. **M. Visinescu**
Fermions on curved spaces, symmetries, and quantum anomalies
 SIGMA **2**, 083 (2006)
47. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Infinite loop superalgebras of the Dirac theory on the Euclidean Taub-NUT space
 J. Phys. A: Math. Theor. **40**, 11987-11999 (2007)
48. **E. Radu, M. Visinescu**
A note on Klein-Gordon equation in a generalized Kaluza-Klein monopole background
 Mod. Phys. Lett. A **22**, 1621-1634 (2007)
49. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Symmetries and supersymmetries of the Dirac operators in curved space-times
 in **Frontiers in General Relativity and Quantum Cosmology Research**; Ed. V. H. Marselle,
 Nova Science, New York, pag. 109-166 (2007)
50. **I. I. Cotaescu, M. Visinescu**
Superalgebra of Dirac-type operators of the Euclidean Taub-NUT space"
 Fortschr. Phys. **56**, 400-405 (2008)
51. **M. Visinescu**
Non-standard supersymmetries on spaces admitting Killing-Yano tensors
 J. Phys. A: Math. Theor. **41**, 164072 (8pp) (2008)
52. **B. Saha, M. Visinescu**
String cosmological model in the presence of a magnetic flux
 Astrophys. Space Sci. **315**, 99-104 (2008)
53. **S. Ianus, M. Visinescu, G. E. Vilcu**
Conformal Killing-Yano tensors on manifolds with mixed 3-structures
 SIGMA **5**, 022 (2009)
54. **B. Saha, V. Rikhvitsky, M. Visinescu**
Bianchi type-I string cosmological model in the presence of a magnetic flux: exact and qualitative solutions
 Cent. Eur. J. Phys. **8**, 113-119 (2010)

55. **M. Visinescu**
Higher order first integral of motion in a gauge covariant Hamiltonian framework
Mod. Phys. Lett. A **25**, 341-350 (2010)
56. **B. Saha, M. Visinescu**
Bianchi type-I model with cosmic string in the presence of a magnetic field: spinor description
Int. J. Theor. Phys. **49**, 1411-1421 (2010)
57. **M. Visinescu**
Hidden conformal symmetries and quantum gravitational anomalies
EPL Europhys. Lett. **90**, 41002 (2010)
58. **M. Visinescu**
Covariant approach of the dynamics of particles in external gauge fields, Killing tensors and quantum gravitational anomalies
SIGMA **7**, 037 (2011)
59. **M. Visinescu**
Hidden symmetries in a gauge covariant approach, Hamiltonian reduction and oxidation
Mod. Phys. Lett. A **26**, 2719-2730 (2011)
60. **B. Saha, V. Rikhvitsky, M. Visinescu**
Bianchi type-I string cosmological model in the presence of a magnetic field: classical versus loop quantum cosmology approach
Astrophys. Space Sci. **339**, 371-377 (2012)
61. **M. Visinescu, G. E. Vilcu**
Hidden symmetries of Euclideanised Kerr-NUT-(A)dS metrics in certain scaling limits
SIGMA **8**, 058 (2012) 15 pages
62. **M. Visinescu**
Killing forms on the five-dimensional Einstein-Sasaki $Y(p,q)$ spaces
Mod. Phys. Lett. A **27**, 1250217 (2012) 8 pages
63. **A. M. Ionescu, V. Slesar, M. Visinescu, G. E. Vilcu**
Transversal Killing and twistor spinors associated to the basic Dirac operators
Rev. Math. Phys. **25**, 133011 (2013) 21 pages
64. **V. Rikhvitsky, B. Saha, M. Visinescu**
Magnetic type-II string cosmological model in loop quantum cosmology
Astrophys. Space Sci. **352**, 255-261 (2014)
65. **V. Slesar, M. Visinescu, G. E. Vilcu**
Special Killing forms on toric Sasaki-Einstein manifolds
Phys. Scripta (sub tipar)(2014)