

CURRICULUM VITAE ET STUDIORUM

FRANCESCO DEMONTIS

—
Dipartimento di Matematica ed Informatica
Università degli Studi di Cagliari
Viale Merello 92, 09123 Cagliari
web: <http://tex.unica.it/~francesco/>

Dati Anagrafici

Nato a Carbonia il 31 Marzo 1976
Residente in via San Sebastiano n° 34, 09030 Elmas (CA)
Telefono: +39 335 6899272 (cellulare)
 +39 070 675 5611 (ufficio)
Fax: +39 070 675 5601
E-mail: fdemontis@unica.it
Codice fiscale DMNFNC76C31B745C
Cittadinanza italiana

Formazione

Laurea in matematica con votazione di 110 e lode”, conseguita il 28/04/2003 presso l’Università degli Studi di Cagliari, discutendo la tesi di ricerca *Approccio macroscopico esatto alla termodinamica estesa per un gas ultrarelativistico. Il caso di un qualsivoglia numero di momenti* (relatore prof. **S. Pennisi**).

Dottorato di ricerca in Matematica, conseguito in data 19/02/2007 presso l’Università degli Studi di Cagliari, discutendo la tesi *Direct and Inverse Scattering of the Matrix Zakharov-Shabat System* (relatore prof. **C. van der Mee**).

Abilitazione all’insegnamento per le scuole superiori (votazione 80/80) per la classe di concorso A042 (Informatica) conseguita in data 28/05/2008 a conclusione del corso di specializzazione post-laurea (SSIS) di durata biennale tenuto presso l’Università degli Studi di Cagliari.

Abilitazione all’insegnamento per le scuole superiori (votazione 80/80) per la classe di concorso A049 (Matematica e Fisica) conseguita nel Maggio 2009 a conclusione del corso di specializzazione post-laurea (SSIS) di durata biennale tenuto presso l’Università degli Studi di Cagliari.

Posizione attuale

Ricercatore confermato presso il Dipartimento di Matematica e Informatica dell’Università degli Studi di Cagliari dal 29/12/2011 nel S.S.D. MAT/07 (Fisica Matematica).

Periodi trascorsi presso altre università

- Visitatore del Dipartimento di Matematica dell'University of Texas at Arlington per collaborazione scientifica con il Prof. Tuncay Aktosun **dal 07/05/2008 al 23/05/2008 e dal 15/04/2013 al 21/04/2013.**
- Visitatore del Dipartimento di Matematica dell'University of Colorado at Colorado Springs per collaborazione scientifica con la Prof.ssa B. Prinari **dal 29/10/2011 al 14/11/2011, dal 28/03/2013 al 13/04/2013 e dal 15/08/2016 al 13/12/2016.**
- Visitatore del Dipartimento di Matematica della Northumbria University per collaborazione scientifica con il Dr. M. Sommacal (Newcastle upon Tyne (U.K.)) **dal 25/04/2013 al 27/04/2013.**
- Visitatore del Dipartimento di Matematica dell'Università Milano Bicocca per collaborazione scientifica con il Dr. G. Ortenzi **dal 16/10/2013 al 19/10/2013 e dal 19/03/2014 al 22/03/2014.**
- Visitatore del Dipartimento di Matematica del College of Charleston per collaborazione scientifica con la Prof.ssa A. Calini **dal 20/10/2016 al 24/10/2016.**

Attività didattica

- D1: Nel periodo 2003-2009 varie esperienze di insegnamento presso diverse scuole superiori della provincia di Cagliari per le classi di concorso A042 (Informatica), A047 (Matematica), A038 (Fisica).
- D2: Anno accademico 2003/04 - N.50 ore di esercitazioni in qualità di tutor per l'insegnamento di "Matematica e Abilità Informatiche" del corso di laurea in "Chimica e Tecnologie Farmaceutiche" dell'Università di Cagliari.
- D3: Anno accademico 2004/05 - Seminari di supporto alla didattica per l'insegnamento di "Meccanica 1" del corso di laurea in Matematica della facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università di Cagliari, per complessive 10 ore.
- D4: Anno accademico 2005/06 - N.10 ore di esercitazioni per l'insegnamento di "Analisi 4" del corso di laurea in Matematica della facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università di Cagliari.
- D5: Anno accademico 2009/10 - Seminari di supporto alla didattica (consistenti in cicli di lezioni e esercitazioni) per l'insegnamento "Meccanica 1" del corso di laurea in Matematica della facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università di Cagliari.
- D6: Anno accademico 2011/12 - Seminari di supporto alla didattica (consistenti in cicli di lezioni e esercitazioni) per l'insegnamento "Meccanica 1" del corso di laurea in Matematica e esercitazioni per l'insegnamento "Meccanica Razionale" del corso di laurea in Fisica della facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università di Cagliari.
- D7: Anno Accademico 2012/13 - Titolare del corso di Meccanica 2 (64 ore) per il corso di laurea in Matematica.
- D8: Anno Accademico 2013/14:
- a) Meccanica 1 (64 ore) per il corso di laurea in Matematica;
 - b) Minicorso di Fisica Matematica (6 ore) all'interno del modulo "Matematiche elementari e Didattica della Matematica" [corsi abilitanti speciali (PAS 2014) per l'insegnamento della matematica nelle scuole medie (classe di concorso A059: Matematiche e Scienze nelle scuole Medie)].

- c) Minicorso di Fisica Matematica (12 ore) all'interno del modulo "Matematiche elementari e Didattica della Matematica" [corsi abilitanti speciali (PAS 2014) per l'insegnamento della matematica nelle scuole superiori (Classe di concorso A048: Matematica Applicata)];

D9: Anno Accademico 2014/15:

- a) Meccanica 1 (64 ore) per il corso di laurea in Matematica;
- b) Minicorso di Fisica Matematica (16 ore) all'interno del modulo "Matematiche elementari e Didattica della Matematica" [TFA 2015 per l'insegnamento della matematica nelle scuole medie (classe di concorso A059: Matematiche e Scienze nelle scuole Medie)]

D10: Anno Accademico 2015/16:

- a) Meccanica 2 (64 ore) per il corso di laurea in Matematica.
- b) Istituzioni ed Esercitazioni di Matematica 1 (64 ore) per il corso di laurea in Chimica.

D11: Anno Accademico 2016/17:

- a) Math 3400: Introduction to Differential Equations. Corso tenuto nel Fall Semester 2016 per University of Colorado at Colorado Springs.
- b) Meccanica 1 (64 ore) per il corso di laurea in Matematica.
- c) Istituzioni ed Esercitazioni di Matematica 2 (48 ore) per il corso di laurea in Chimica.

Relatore di quattro tesi di laurea triennale in matematica e di una tesi di Laurea Specialistica in Matematica.

Partecipazione a Progetti di Ricerca

- P1: **PRIN 2006**, coordinatore nazionale D.Bini. Titolo progetto: *Equazioni integrali con nuclei strutturati e applicazioni*, responsabile scientifico unità di ricerca di Cagliari S. Seatzu.
- P2: **PRIN 2008**, coordinatore nazionale D.Bini. Titolo progetto: *Equazioni integrali con struttura e sistemi lineari*, responsabile scientifico unità di ricerca di Cagliari S. Seatzu.
- P3: Borsa di ricerca per giovani ricercatori Legge Regionale 7 Agosto 2007, n.7 "Promozione alla ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica in Sardegna", main investigator F. Demontis. Titolo progetto: *Modelli Matematici in Ottica Nonlineare: principi, analisi e applicazioni*, (15/01/2010-14/01/2012).
- P4: **Progetto di ricerca fondamentale o di base, legge regionale 7 Agosto 2007, n. 7, Bando 2008**, responsabile scientifico C. van der Mee. Titolo progetto: *Modelli matematici in ottica nonlineare e nel design dei dispositivi fotonici*. (01/12/2010-31/12/2012).
- P5: **Progetto Giovani GNFM 2013**, main Investigator: G. Ortenzi, Titolo Progetto: *Soluzioni esatte dell'equazione di Hirota e applicazioni alla teoria dei filletti vorticosi*. (2013-2014).
- P6: **Progetto Research in pairs della London Mathematical Society**, Investigators: M. Sommacal e F. Demontis. Titolo Progetto: *Propagating, localised waves in ferromagnetic nanowires*, (Novembre 2016-Luglio 2017).

Contratti di ricerca

- B1: Contrattista di ricerca dal 03-09-2007 al 03-03-2008 (sei mesi) nell'ambito del progetto *Equazioni integrali con nuclei strutturati e applicazioni*. Responsabile scientifico Prof. S. Seatzu.
- B2: Borsista di ricerca dal 15 Gennaio 2010 al 15 Gennaio 2012 (Borsa di ricerca per giovani ricercatori Legge Regionale 7 Agosto 2007, n.7 "Promozione alla ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica in Sardegna". Titolo del progetto: *Modelli Matematici in Ottica Nonlineare: principi, analisi e applicazioni*. La relativa attività scientifica è stata svolta dal sottoscritto presso il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Cagliari).

Elenco pubblicazioni

Libro tesi di Dottorato: Francesco Demontis, *Matrix Zakharov-Shabat system and Inverse Scattering Transform*, Lambert Academic Publishing, 2012, ISBN: 978-3-659-24838-2

Publicazioni su riviste internazionali con referee

- [1] F. Borghero, F. Demontis,
A 3-Dimensional Inverse Problem of Geometrical Optics: a Mathematical Comparison Between Fermat's Principle and the Eikonal Equation. **Journal of the Optical Society of America. A, Optics, Image Science, and Vision**, **33** (9), 1710–1722, (2016), DOI: 10.1364/JOSAA.33.001710.
- [2] F. Demontis, F. Vargiu, and C. van der Mee,
Nonsmooth Spin Densities for Continuous Heisenberg Spin Chains. **Ricerche di Matematica**, **65**(2), 469–478 DOI:10.1007/s11587-016-0268-x, (2016).
- [3] F. Demontis, G. Ortenzi, C. van der Mee,
Exact Solutions of the Hirota Equation and Vortex Filaments Motion. **Physica D**, **313** (2015), 61-80
- [4] F. Demontis, B. Prinari, C. van der Mee, and F. Vitale,
The inverse scattering transform for the focusing nonlinear Schrödinger equation with asymmetric boundary conditions. **J. Math. Phys.**, **55**: 40 pages, 101505 (2014); doi: 10.1063/1.489876 (online first)
- [5] F. Demontis and C. van der Mee,
Characterization of Scattering Data for the Matrix Zakharov-Shabat System. **Acta Applicandae Mathematicae**, **131**: 29–47 DOI 10.1007/ s10440-013-9848-x
- [6] F. Borghero, F. Demontis and S. Pennisi,
Wave Speeds in the Macroscopic Extended Model for Ultrarelativistic Gases. **J. Math. Phys.** **54**, 113101 (2013); doi: 10.1063/1.4829365
- [7] F. Demontis and C. van der Mee,
An Alternative Approach to Integrable Discrete Nonlinear Schrödinger Equations. **Acta Applicandae Mathematicae**, **127**, 169–191 (2013). doi: 10.1007/s10440-012-9797-9: 10.1007/s10440-012-9797-9
- [8] F. Demontis, B. Prinari, C. van der Mee, and F. Vitale
The inverse scattering transform for the defocusing nonlinear Schrödinger equation with nonzero boundary conditions.,
Studies in Applied Mathematics, **131**(1), 1-40 (2013), DOI:10.1111/j.1467-9590.2012.00572.x.

- [9] F. Borghero, F. Demontis, S. Pennisi
On the Hyperbolicity of a Model with 30 Moments for Ultrarelativistic Gases,
Meccanica, **48**(3): 585-600 (2013), DOI: 10.1007/s11012-012-9617-3.
- [10] F. Demontis and C. van der Mee,
Closed Form Solutions to the integrable discrete nonlinear Schrödinger equation,
Journal of Nonlinear Mathematical Physics, **19**, (2012) ISSN: 1402-9251, doi: 10.1142/S1402925112500106
- [11] F. Demontis and C. van der Mee,
Closed Form Solutions to the Matrix Sine-Gordon Equation,
IMA Journal of Applied Mathematics **77**, 308-315 (2012); doi: 10.1093/imamat/hxs029
- [12] F. Demontis,
Exact solutions to the modified Korteweg-de Vries equation,
Theoretical and Mathematical Physics, **168**(1): 886–897 (2011).
- [13] F. Demontis and Cornelis van der Mee,
Exact Solutions to the Integrable Discrete Nonlinear Schrödinger Equation under a Quasiscalariry Condition,
Communications in Applied and Industrial Mathematics, **2** (2011)
- [14] T. Aktosun, F. Demontis, and C. van der Mee,
Exact solutions to the focusing nonlinear Schrödinger equation,
Inverse Problems, **23**, 2171-2195 (2007).
- [15] F. Demontis and C. van der Mee,
Explicit solutions of the cubic matrix nonlinear Schrödinger equation,
Inverse Problems, **24**, 02520 (2008), 16 pp. DOI: 10.1088/0266-5611/24/2/02520.
- [16] T. Aktosun, T. Busse, F. Demontis, and C. van der Mee,
Symmetries for exact solutions to the nonlinear Schrödinger equation,
Journal of Physics A, **43**, 025202 (2010).
- [17] F. Demontis and C. van der Mee,
Marchenko equations and norming constants of the matrix Zakharov-Shabat systems,
Operators and Matrices, **2**, 79-113 (2008).
- [18] F. Demontis and C. van der Mee,
Scattering operators for matrix Zakharov-Shabat systems,
Integral Equations and Operator Theory, **62**(4), 517-540 (2008).
- [19] T. Aktosun, F. Demontis, and C. van der Mee,
Exact solutions to the Sine-Gordon Equation,
Journal of Mathematical Physics, **51**, 123521 (2010).
- [20] F. Demontis and C. van der Mee,
Wave Operators for Defocusing Matrix Zakharov-Shabat Systems with Potentials Nonvanishing at Infinity,
Serdica Mathematical Journal, **36** (2010), 265–284.
- [21] F. Demontis and S. Pennisi,
On a further condition in the macroscopic extended model for ultrarelativistic gases,
Ann. Univ. Ferrara Sez. VII Sci. Mat., **53**, no. 1, 51-64 (2007).
- [22] M.C. Carrisi, F. Demontis, and A. Scanu,
A kinetic type extended model for dense gases and macromolecular fluids,
Le Matematiche, **60**, no. 1, 181-188 (2006).

Capitolo di libro

- [23] F. Demontis, C. van der Mee and F. Vitale
On the Location of the Discrete Eigenvalues for Defocusing Zakharov-Shabat Systems having Potentials with Nonvanishing Boundary Conditions,
Contemporary Mathematics, **635** 13–24 (2015). In: Anton Dzhamay, Willy A. Hereman, and B. Prinari (eds.), *Nonlinear Wave Equations: Analytic and Computational Techniques*, Contemporary Mathematics **635**, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2015.
- [24] Tuncay Aktosun, Theresa Busse, Francesco Demontis, and Cornelis van der Mee,
Exact solutions to the nonlinear Schrödinger equation,
in: Joseph A. Ball, Vladimir Bolotnikov, J. William Helton, Leiba Rodman, and Ilya Spitkovsky (eds.) **Topics in Operator Theory**, Vol. 2, Systems and Mathematical Physics, Birkhäuser OT 203, Basel and Boston, 2010, pp. 1-12.
- [25] M.C. Carrisi, F. Demontis, S. Pennisi, and A. Scanu,
A kinetic type extended model for polarizable and magnetizable fluids,
in: A.M. Anile, G. Ali, and G. Mascali (eds.), **Scientific Computing in Electrical Engineering, Mathematics in Industry**, Vol. 9, Springer, Berlin, 2006, pp. 295-300. ISBN 978-3-642-06941-3.

Lavori pubblicati in Proceedings di convegni internazionali

- [26] F. Demontis and C. van der Mee,
Novel Formulation of Inverse Scattering and Characterization of Scattering Data,
in: Wei Feng, Zhaosheng Feng, Maurizio Grasselli, Akif Ibragimov, Xin Lu, Stefan Siegmund and Jürgen Voigt (eds.), *Dynamical Systems and Differential Equations, DCDS Supplement 2011, Proceedings of the 8th AIMS International Conference (Dresden, Germany)* pp. 343-350, september 2011, Clothcover, 1476 pages.
- [27] F. Demontis, S. Pennisi, and F. Rundo,
Some further considerations on the Galileian relativity principle in extended thermodynamics,
in: WASCOM 2005, 13th Conference on Waves and Stability in Continuous Media, pp. 176-181, World Sci. Publ., Hackensack, NJ, 2006.
- [28] F. Borghero, F. Demontis, and S. Pennisi,
The non-relativistic limit of relativistic extended thermodynamics with many moments. I. The balance equations,
in: WASCOM 2005, 13th Conference on Waves and Stability in Continuous Media, pp. 47-52, World Sci. Publ., Hackensack, NJ, 2006.
- [29] M.C. Carrisi, F. Demontis, and S. Pennisi,
The non-relativistic limit of relativistic extended thermodynamics with many moments. II. How it includes the mass, momentum and energy conservation,
in: WASCOM 2005, 13th Conference on Waves and Stability in Continuous Media, pp. 95-100, World Sci. Publ., Hackensack, NJ, 2006
- [30] F. Borghero, F. Demontis, and S. Pennisi,
An exact macroscopic extended model with many moments for ultrarelativistic gases,
in: WASCOM 2003, 12th Conference on Waves and Stability in Continuous Media, pp. 94-101, World Sci. Publ., River Edge, NJ, 2004.

Convegni e conferenze

Ha fatto parte del Comitato Organizzatore dei convegni:

- 1) “International Conference on Scientific Computing SC2011”. Santa Margherita di Pula (Cagliari), October 10-14, 2011.
- 2) “Nonlinear Evolution Equations and Linear Algebra”. Cagliari, September 2-15, 2013.
- 3) “Nonlinear Evolution Equations and Dynamical Systems”. Santa Margherita di Pula (Cagliari), May 24-31, 2015.

Ha organizzato insieme a G. Rodriguez (Università di Cagliari) e C. van der Mee (Università di Cagliari) il miniworkshop

- i) “Two Days on Applied Mathematics in Cagliari”. Cagliari, April 9-10, 2015.

Inoltre, ha organizzato i seguenti minisimposi:

- a) “Nonlinear evolution equations: analytical and geometrical methods” svoltosi all’interno del “Convegno Nazionale Simai 2012,” Turin (IT), June 25-28, 2012 [organizzato insieme a G. Ortenzi (Università di Bergamo, IT)]
- b) “Nonlinear phenomena: Theory and applications” svoltosi all’interno della “The 10th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications,” Madrid (SP), 07-13 July, 2014 [organizzato insieme a S. Lombardo (Northumbria University, UK), G. Ortenzi (University of Bergamo, IT) and M. Sommacal (Northumbria University, UK)].
- c) “Connections between nonlinear wave equations and geometry” svoltosi all’interno della “SIAM Conference on Nonlinear Waves and Coherent Structures,” Cambridge (UK), 11-14 Agosto, 2014 [organizzato insieme a A. Calini (College of Charleston, USA) and G. Ortenzi (University of Bergamo, IT)].

Ha presentato una comunicazione in ciascuno dei seguenti convegni:

- C1: “Wascom 2003” 12th Conference on Waves and Stability in Continuous Media. Villasimius (Cagliari), 1-7 June, 2003. Titolo comunicazione: *An exact macroscopic extended model with many moments for ultrarelativistic gases*;
- C2: “Wascom 2005” 13th Conference on Waves and Stability in Continuous Media. Acireale (Catania), 19-25 June, 2005. Titolo comunicazione: *Some further considerations on the Galileian relativity principle in extended thermodynamics*;
- C3: 7th AIMS International Conference Dynamical Systems, Differential Equations and Applications. Arlington, Texas-U.S.A., 18-21 May, 2008. Titolo comunicazione: *Explicit Solutions of the Cubic Matrix Nonlinear Schrödinger Equations (Invited Speaker)*;
- C4: 8th AIMS International Conference Dynamical Systems, Differential Equations and Applications. Dresden, Germany, 25-28 May, 2010. Titolo comunicazione: *An explicit formula for exact solutions to the focusing NLS Equation*;
- C5: “SIMAI 2010”, Cagliari, June 21-25, 2010. Titolo comunicazione: *Exact Solutions to the Sine-Gordon Equation (Invited Speaker)*;
- C6: “Nonlinear Physics”, Gallipoli (Lecce), June 23-July 3, 2010. Titolo comunicazione: *Exact Solutions to the Sine-Gordon Equation*;

- C7: “Global Analysis and PDE on Manifolds”, Sofia(Bulgaria), September 6-8, 2010. Titolo comunicazione: *(A,B,C) formulas for some evolution equations (Invited Speaker)*;
- C8: “The Seventh Imacs International Conference on Nonlinear Evolutions Equations and Wave Phenomena: Computation and Theory”, Athens, Georgia (USA), April 3-7, 2011. Titolo comunicazione: *Exact Solutions to the Focusing Discrete Nonlinear Schrödinger Equation (Invited Speaker)*;
- C9: “Wascom 2011” 16th Conference on Waves and Stability in Continuous Media. Brindisi, 12-16 June, 2011. Titolo comunicazione: *Exact Solutions to the modified Korteweg de-Vries equation*;
- C10: “IMA Conference in Nonlinearity and Coherent Structures”, Reading (UK), July 6-8, 2011. Titolo comunicazione: *Exact Solutions to the sine-Gordon equation*;
- C11: “International Conference on Scientific Computing SC2011”, Pula (Cagliari), October 10-14, 2011. Titolo comunicazione: *Closed Form Solutions to the Integrable Discrete Nonlinear Schrödinger Equations (Invited Speaker)*;
- C12: “AGMP-7 Algebra Geometry Mathematical Physics”, Mulhouse (France), October 24-26, 2011. Titolo comunicazione: *Closed Form Solutions to the Integrable Discrete Nonlinear Schrödinger Equations (Invited Speaker)*;
- C13: “AGMP-8 Algebra Geometry Mathematical Physics”, Brno (Rep. Ceca), September 12-14, 2012. Titolo comunicazione: *The inverse scattering transform for the defocusing nonlinear Schrödinger equation with nonzero boundary conditions (Invited Speaker)*;
- C14: “Assemblea Scientifica G.N.F.M”., Montecatini (Italy), 04-06 October, 2012. Titolo comunicazione: *The inverse scattering transform for the defocusing nonlinear Schrödinger equation with nonzero boundary conditions*;
- C15: “The Eighth Imacs International Conference on Nonlinear Evolutions Equations and Wave Phenomena: Computation and Theory”, Athens, Georgia (USA), March 25-28, 2013. Titolo comunicazione: *Direct Scattering Problem for AKNS system: characterization of scattering data (Invited Speaker)*;
- C16: AMS Sectional Meeting, Boulder, Colorado (USA), April 13-14, 2013. Titolo comunicazione: *Direct Scattering Problem for AKNS system: characterization of scattering data (Invited Speaker)*;
- C17: “Wascom 2013” 17th Conference on Waves and Stability in Continuous Media. Levico Terme, 17-21 June, 2013. Titolo comunicazione: *Direct Scattering Problem for AKNS system: characterization of scattering data*;
- C18: “Assemblea Scientifica G.N.F.M”, Montecatini (Italy), May 14-17, 2014. Titolo comunicazione: *Soluzioni esatte per l'equazione di Hirota e loro applicazioni alla teoria dei filetti vorticosi*;
- C19: “Workshop on Nonlinear Waves ad Integrable Systems in Sicily”, Taormina (Italy), June 9-12, 2014. Titolo comunicazione: *Exact Solution and Vortex Filament for the Hirota Equation (Invited Speaker)*.
- C20: “2dAMC” Two Days on Applied Mathematics in Cagliari. Cagliari, April 9-10 , 2015. Titolo comunicazione: *Hirota Equation and Vortex Filaments*;
- C21: “Wascom 2015” 18th Conference on Waves and Stability in Continuous Media. Cetraro, June 1-6, 2015. Titolo comunicazione: *Soliton Solutions of the Heisenberg Ferromagnetic Equation*;
- C22: “Second Workshop on Trends in Nonlinear Analysis Cagliari”. Cagliari, September 24-26, 2015. Titolo comunicazione: *Closed-form soliton solutions for the Heisenberg Ferromagnetic Chain Equation (Invited Speaker)*.

Ha inoltre partecipato al convegno:

“Solitons in 1+1 and 2+1 dimensions DS, KP and all that” Lecce 13-14 September, 2011

Ha tenuto i seguenti seminari:

- *Solitoni e trasformata inversa spettrale: una breve introduzione*, presso l’Università di Cagliari il 20/11/2012
- *Inverse Scattering Transform and triplets method: a brief introduction*, presso College of Charleston (Charleston, USA), il 21/10/2016.

Attività scientifica svolta

L’attuale attività di ricerca rappresenta la naturale evoluzione degli studi effettuati durante il periodo del Dottorato e proseguiti nei successivi anni di attività di ricerca.

Nella tesi di Dottorato, si è occupato dell’equazione NonLineare di Schödinger in forma matriciale (mNLS). Tale equazione, inizialmente introdotta per studiare la propagazione ondosa in mezzi isotropi nonlineari, è stata ben presto generalizzata in modo da renderla applicabile alla propagazione in mezzi anisotropi. La sua importanza nelle applicazioni deriva, in larga misura, dal fatto che essa governa la propagazione dei segnali nelle fibre ottiche.

Più precisamente, nella tesi di dottorato, sono state analizzate:

- la teoria dello scattering (diretto e inverso) per un particolare sistema di Linear Ordinary Differential Equations (LODE) associato alla mNLS, (sistema matriciale di Zakharov-Shabat);
- la Inverse Scattering Transform (IST), in quanto strumento fondamentale per risolvere il problema a valori iniziali per la mNLS.

L’idea base della IST è infatti quella di determinare l’evoluzione temporale dei dati di scattering del sistema matriciale di Zakharov-Shabat, la cui conoscenza, consente di risolvere il problema a valori iniziali per la mNLS, utilizzando le tecniche di scattering diretto e inverso. Esse sono particolarmente importanti, in quanto consentono di ricondurre il problema iniziale in un altro molto più semplice: quello dell’evoluzione dei dati di scattering. È questo il motivo per cui si dice che l’IST, per problemi nonlineari, svolge un ruolo analogo a quello della trasformata di Fourier per problemi lineari.

È noto che la IST può essere formulata tramite una coppia di Lax formata da due operatori differenziali. Nella tesi di Dottorato viene esplicitata la coppia di Lax che consente di determinare l’evoluzione dei dati di scattering della mNLS. Questo ha consentito di ottenere i seguenti risultati:

- Il problema dello scattering inverso è stato espresso mediante un sistema di equazioni integrali (equazioni di Marchenko), la cui soluzione permette di pervenire alla soluzione della mNLS mediante una semplice relazione dimostrata l’unicità della soluzione.
- È stata fatta un’analisi del caso in cui i poli del coefficiente di trasmissione abbiano molteplicità maggiore di uno, pervenendo così ad una generalizzazione di risultati noti nel caso di poli semplici.
- Nel caso in cui il nucleo dell’equazione integrale di Marchenko sia a variabili separabili, è stata ottenuta una vasta classe di soluzioni esatte della NLS matriciale. È interessante osservare che l’insieme di tali soluzioni è esprimibile in forma compatta, ossia in termini di una tripletta di matrici e dell’esponenziale di matrice. Il metodo sviluppato consente di trattare, in modo naturale, le versioni matriciali di altre equazioni nonlineari di evoluzione integrabili, oltre la mNLS. È altresì significativo osservare che la formula trovata fornisce una rappresentazione unificata delle soluzioni esatte della NLS. Al variare della tripletta di matrici (in funzione della quale è espressa la soluzione), oltre ad ottenersi la generalità delle soluzioni note in letteratura, si ottiene un’ampia classe di soluzioni completamente nuove, definite **multipole solutions** in accordo con il fatto che esse si ottengono nel caso in cui i poli del coefficiente di trasmissione siano multipli.

La prosecuzione delle ricerche condotte nella tesi di Dottorato ha consentito di ottenere i risultati contenuti nei lavori [10], [11], [12],[13],[14], [15],[16],[17],[18],[19],[20], [8],[7], [5], [23], [3] citati nella lista “Pubblicazioni su riviste internazionali”.

Altro settore in cui il sottoscritto ha svolto attività di ricerca, anche se secondaria rispetto a quella riguardante la risoluzione delle equazioni nonlineari di evoluzione, è quello della Termodinamica estesa. Nella tesi di laurea, dopo aver analizzato lo stato dell’arte relativamente alla versione relativistica della Termodinamica estesa, è stato analizzato un caso particolare ma significativo, cioè il caso di un gas ultrarelativistico. Esso riconduce il problema alla risoluzione di un sistema di 14 equazioni in 14 variabili indipendenti. Dopo aver richiamato e analizzato i principali risultati già presenti nella letteratura, è stata ottenuta una generalizzazione di situazioni note. Più precisamente, si è analizzato il modello di un gas ultrarelativistico con un qualsivoglia numero di momenti. Tale generalizzazione, già presente in letteratura, era stata ottenuta mediante un approccio di tipo cinetico. Successivamente ([30]), seguendo un approccio macroscopico, oltre a essere stata determinata la soluzione esatta di tale modello, è stato messo in evidenza che i risultati ottenuti con l’approccio cinetico rientrano come caso particolare di quelli trovati con l’approccio macroscopico. Nel lavoro [21] è stato considerato il modello di un gas ultrarelativistico con un qualunque numero di momenti, nel caso in cui un campo elettromagnetico agisca come forza esterna. Seguendo, anche in questo caso, nuovamente un approccio di tipo macroscopico si è giunti a determinare e caratterizzare una famiglia di soluzioni soddisfacenti tale condizione aggiuntiva. I restanti lavori [27], [28], [29], [25], [22] possono inquadrarsi nell’ambito della cosiddetta Termodinamica costitutiva che si occupa di imporre i principi di entropia, relatività, causalità e convessità alle funzioni costitutive, dipendenti cioè dai campi basilari, che appaiono nelle equazioni di bilancio, in modo da ottenere sistemi di equazioni in cui il numero di incognite (i campi basilari) eguagliano il numero delle equazioni. Recentemente, interessanti risultati sulla determinazione delle velocità d’onda (wave speeds), per un gas ultrarelativistico per un modello con trenta momenti (variabili indipendenti) sono stati ottenuti in [9] e, nel caso più generale in cui il numero di momenti sia arbitrario in [6].

Argomenti di ricerca attuali

La ricerca attuale riguarda le seguenti tematiche:

- **Time Dependent Scattering Theory:** Sviluppo della teoria “time dependent scattering” per il sistema di Zakharov-Shabat, con riferimento all’evoluzione temporale degli operatori d’onda e degli operatori di scattering caratteristici di questa teoria. Questo al fine di trovare rigorose basi teoriche su cui poggiare il cosiddetto metodo delle coppie di Lax, metodo che, come è noto, si propone di determinare a quali equazioni nonlineari di evoluzione la IST è applicabile.
- **Equazione Nonlineare Discreta di Schrödinger (IDNLS):** Sviluppo della teoria dello scattering diretto e inverso e della IST per l’IDNLS matriciale. Il principale obiettivo di questa ricerca è quello di ottenere soluzioni esplicite della IDNLS, mediante il metodo dell’esponenziale di matrice utilizzato con successo nel caso continuo. Inoltre, poichè la IDNLS può pensarsi ottenuta mediante discretizzazione della NLS, sarà interessante studiare il comportamento delle soluzioni esplicite della IDNLS rispetto a quelle ottenute nel caso continuo.
- **Gerarchie delle equazioni nonlineari di evoluzione:** Sviluppo del metodo dell’esponenziale di matrice per derivare soluzioni esplicite di altre equazioni nonlineari di evoluzione che appaiono in una gerarchia di equazioni integrabili, cioè risolubili tramite l’IST, allo scopo di caratterizzare l’evoluzione dei dati di scattering in funzione della gerarchia di appartenenza.

Afferenze

Membro del GNFM (Gruppo Nazionale per la Fisica Matematica) dal 2004, dell'Unione Matematica Italiana (UMI) dal Gennaio 2010 e della Società Italiana Matematica Applicata Industriale (SIMAI) da Maggio 2011.

Si autorizza il trattamento dei dati personali ai sensi del D. Lgs. 196 del 30 Giugno 2003 art. 13.

Cagliari, 28 dicembre 2016

Demontis Francesco