

CARLO MOROSI

CURRICULUM DIDATTICO E SCIENTIFICO

Curriculum didattico

- Laurea in Fisica (Università di Milano. 1967).
- Borsista C.N.R. presso il Politecnico di Milano 1968-69.
- Assistente di ruolo di Meccanica Razionale (Facoltà di Ingegneria, Politecnico di Milano) 1971-81.
- Professore associato di Meccanica Razionale (Facoltà di Ingegneria, Politecnico di Milano) 1982-86.
- Professore straordinario di Fisica Matematica (Facoltà di Scienze, Università di Perugia) 1987-90.
- Professore ordinario di Fisica Matematica al Politecnico di Milano 1990-2013.

Come professore di prima e seconda fascia del raggruppamento Mat07 ha tenuto corsi, prevalentemente del settore fisico-matematico, per i CS (triennale e magistrale) in Ingegneria Aerospaziale, Chimica, Edile, Gestionale, Matematica, Meccanica.

Ha inoltre svolto attività didattica presso:

- Università Nazionale Somala (1975-76)
- Università di Brescia (1978-82)

Curriculum scientifico

- Ha svolto attività di referee per:

Mathematical Reviews, Acta Applicandae Mathematicae, European Journal of Mechanics, Inverse problems, Journal of Mathematical Physics, Journal of Physics A, Nuovo Cimento B, Physics Letters A.

- È stato coordinatore locale (Politecnico di Milano) per progetti Murst 40% "Geometria e Fisica" negli anni 1992–96.

- Attualmente partecipa al progetto PRIN "Geometric and analytic theory of Hamiltonian systems in finite and infinite dimensions" coordinato da B.Dubrovin (Sissa).

Pubblicazioni scientifiche

- [1] *Action principles for electromagnetism*, Rend. Acc. Naz. Lincei **51**, 308-316 (1971)
- [2] *Soluzioni particolari delle equazioni indefinite della Meccanica per varietà Riemanniane con gruppi di moto*, Rend. Ist. Lomb. **A107**, 270-282 (1973)
- [3] *Equilibrium and congruence on a rotation surface*, Ann. Mat. Pura Appl. **99**, 209-220 (1973)
- [4] *Congruence conditions for Riemannian N-manifolds with groups of motions*, Rend. Acc. Naz. Lincei **55**, 64-71 (1973)
- [5] *On the tensor with given divergence on Riemannian manifolds*, Rend. Acc. Naz. Lincei **56**, 220-227 (1974)
- [6] *A variational principle for the dynamic problem of linear coupled thermoelasticity*, Meccanica **9**, 239-243 (1974) (con **G.Belli**)
- [7] *Maxwell's equations and Clifford algebra: vector formulation*, Rend. Acc. Naz. Lincei **59**, 421-429 (1975) (con **A.Ercoli Finzi**)
- [8] *Maxwell's equations and Clifford algebra: space-time formulation*, Rend. Acc. Naz. Lincei **59**, 775-782 (1975) (con **A.Ercoli Finzi**)
- [9] *Sulla congruenza e il tensore a divergenza nulla per spazi-tempo del tipo di Schwarzschild*, Rend. Ist. Lomb. **A109** Part I, 112-123, Part II, 382-392 (1975)
- [10] *Contributions to the Boltzmann-like model for traffic flow: numerical studies and experimental validations for concentration dependent programs*, Meccanica **13**, 3-15 (1978) (con **E.Alberti**, **G.Belli**)
- [11] *Su alcune proprietà strutturali di equazioni di tipo bilagrangiano* Atti IV Congresso Aimeta, **Vol.I**, 137-147 (1978)
- [12] *Su un'estensione dei metodi del calcolo tensoriale allo studio di operatori differenziali non lineari*, Atti V Congresso Aimeta, **Vol.I**, 185-193 (1980)
- [13] *On the reduction theory of the Nijenhuis operator and its applications to Gel'fand-Dikii equations* Proc. Iutam-Isimam Symposium on Modern Developments in Analytical Mechanics (Torino 1982), Atti Acc. Scienze Torino, **Suppl. Vol.117**, 600-626 (1983) (con **F.Magri**)

- [14] *Su possibili applicazioni della riduzione di strutture geometriche nella teoria dei sistemi dinamici*, Atti VII Congresso Aimeta **Vol.I**, 135-144 (1984) (con **F.Magri**)
- [15] *A geometrical characterization of integrable Hamiltonian systems through the theory of Poisson-Nijenhuis manifolds*, Quaderno 19/S, Dip. Mat. Università di Milano (1984) (con **F.Magri**)
- [16] *Reduction techniques for infinite dimensional Hamiltonian systems: some ideas and applications*, Commun. Math. Phys. **99**, 115-140 (1985) (con **F.Magri**, **O.Ragnisco**)
- [17] *Sulla relazione tra varietà bihamiltoniane ed i problemi spettrali della teoria dello scattering inverso*, Atti VIII Congresso Aimeta, **Vol.II**, 675-679 (1986) (con **F.Magri**)
- [18] *Old and new results on recursion operators: an algebraic approach to KP equation*, Topics in soliton theory and exactly solvable non linear equations (M.Ablowitz, B.Fuchssteiner, M.Kruskal eds.), World Scientific, Singapore, 78-96 (1987) (con **F.Magri**)
- [19] *Nijenhuis G-manifolds and Lenard bicomplexes: a new approach to KP systems*, Commun. Math. Phys. **115**, 457-475 (1988) (con **F.Magri**, **G.Tondo**)
- [20] *Some remarks on the construction of bihamiltonian manifolds* Atti Semin. Mat. Fis. Univ. Modena **36**, 303-32 (1988)
- [21] *On the relation between the bicomplex and bilocal formalism for KP systems*, Non linear evolutions (J.JP.Léon ed.), World Scientific, Singapore 231-244 (1988) (con **F.Magri**, **G.Tondo**)
- [22] *The geometry of soliton equations*, Symmetries and non Linear Phenomena (D.Levi, P. Winternitz (eds.)), World Scientific, Singapore 146-187 (1988) (con **F.Magri**, **G.Tondo**)
- [23] *Gruppi di Lie, varietà di Nijenhuis e sistemi integrabili*, Atti IX Congresso Aimeta **Vol.I**, 53-56 (1988) (con **F.Magri**, **G.Tondo**)
- [24] *Yang-Baxter equations and Intermediate Long Wave Hierarchies*, Commun. Math. Phys. **122**, 91-103 (1989) (con **G.Tondo**)
- [25] *GN manifolds, Yang-Baxter equations and ILW hierarchies*, Nonlinear evolution equations and dynamical systems (S.Carillo, O.Ragnisco eds.), Springer-Verlag, Berlin, 136-139 (1990) (con **G.Tondo**)
- [26] *Reduction and deformation of bihamiltonian manifolds with symmetries*, Rend. Mat. e Appl. **10**, 11-37 (1990) (con **G.Tondo**)
- [27] *Some remarks on the bi-Hamiltonian structure of integral and discrete evolution equations*, Inverse Problems **6**, 557-566 (1990) (con **G.Tondo**)
- [28] *Integrability structures and mastersymmetries*, Inverse Problems **7**, 127-137 (1991) (con **G.Tondo**)
- [29] *Nijenhuis and biHamiltonian manifolds with symmetries*, Rend. Mat. e Appl. **12**, 13-33 (1992) (con **G.Tondo**)
- [30] *The R-matrix theory and the reduction of Poisson manifolds*, J. Math. Phys. **33**, 941-952 (1992)
- [31] *On the biHamiltonian structure of the supersymmetric KdV hierarchies. A Lie super-algebraic approach*, Commun. Math. Phys. **158**, 267-288 (1993) (con **L.Pizzocchero**)
- [32] *Osp(3,2) and gl(3,3) supersymmetric KdV hierarchies*, Phys. Lett. A **185**, 241-252 (1994) (con **L.Pizzocchero**)

- [33] *On the equivalence of two sKdV theories: a biHamiltonian viewpoint*, J. Math. Phys. **35**, 2397-2407 (1994) (con **L.Pizzocchero**)
- [34] *On the biHamiltonian interpretation of the Lax formalism*, Rev. Math. Phys., **7** 389-430 (1995) (con **L.Pizzocchero**)
- [35] *A fully supersymmetric AKNS theory*, Commun. Math. Phys. **176**, 353-381 (1996) (con **L.Pizzocchero**)
- [36] *On the Euler equation: biHamiltonian structure and integrals in involution*, Lett. Math. Phys. **37**, 117-135 (1996) (con **L.Pizzocchero**)
- [37] *On the continuous limit of integrable lattices I. The KM lattice and KdV theory*, Commun. Math. Phys. **180**, 505-528 (1996) (con **L.Pizzocchero**)
- [38] *R-matrix theory, formal Casimirs and the periodic Toda lattice* J. Math. Phys. **37**, 4484-4513 (1996) (con **L.Pizzocchero**)
- [39] *Quasi-biHamiltonian systems and separability*, J.Phys.A **30**, 2799-2806 (1997) (con **G.Tondo**)
- [40] *On the continuous limit of integrable lattices II. Volterra systems and $sp(N)$ theories*, Rev. Math. Phys. **10**, 235-270 (1998) (con **L.Pizzocchero**)
- [41] *On the continuous limit of integrable lattices III. Kupershmidt systems and $sl(n+1)$ KdV theories*, J.Phys.A **31**, 2727-2746 (1998) (con **L.Pizzocchero**)
- [42] *On a class of dynamical systems both quasi-bi-Hamiltonian and bi-Hamiltonian*, Phys.Lett.A **247**, 59-64 (1998) (con **G.Tondo**)
- [43] *Bi-Hamiltonian manifolds, quasi-bi-Hamiltonian systems and separation variables*, Rep. Math. Phys. **44**, 255-266 (1999) (con **G.Tondo**)
- [44] *Semilinear evolution equations in Fréchet spaces. Abstract theory* Quaderno 23/1999, Dip. Mat. Università di Milano (1999) (con **L.Pizzocchero**)
- [45] *On the constants for some Sobolev imbeddings*, J. Inequal. Appl. **6**, 665-679 (2001) (con **L.Pizzocchero**)
- [46] *The quasi-bi-Hamiltonian formulation of the Lagrange top*, J. Phys. A **35**, 1741-1750 (2002) (con **G.Tondo**)
- [47] *On the constants in some inequalities for the Sobolev norms and pointwise product*, J. Inequal. Appl. **7**, 421-452 (2002) (con **L.Pizzocchero**)
- [48] *Separation of variables in multi-Hamiltonian systems: an application to the Lagrange top*, Theor.Math.Phys. **137**, 1549-1559 (2003) (con **G.Tondo**)
- [49] *On the expansion of the Kummer function in terms of incomplete Gamma functions*, Archive of Inequal.Appl. **2**, 49-72 (2002) (con **L.Pizzocchero**)
- [50] *Bihamiltonian reduction and susy KdV*, Concise Encyclopedia of Supersymmetry (J.Bagger, S.Duplij, W.Siegel eds.), Kluwer, Dordrecht, 58-60 (2004) (con **L.Pizzocchero**)
- [51] *Quantitative functional calculus in Sobolev spaces*, J.Funct.Spaces Appl. **2**, 279-321 (2004) (con **L.Pizzocchero**)
- [52] *On approximate solutions of semilinear evolution equations*, Rev.Math.Phys. **16**, 1-38 (2004) (con **L.Pizzocchero**)
- [53] *On a theorem by Treves*, J.Math.Phys. **45**, 3558-3564 (2004) (con **L.Pizzocchero**)

- [54] *On the Treves theorem for the Ablowitz-Kaup-Newell-Segur equation*, J.Math.Phys. **45**, 4737-4753 (2004) (con **L.Pizzocchero**)
- [55] *On the average principle for one-frequency systems*, J.Phys.A **39**, 3673-3702 (2006) (con **L.Pizzocchero**)
- [56] *On the constants for multiplication in Sobolev spaces*, Adv. in Appl. Math. **36**, 319-363 (2006) (con **L.Pizzocchero**)
- [57] *On approximate solutions of semilinear evolution equations II. Generalizations, and applications to Navier-Stokes equations*, Rev.Math.Phys. **20**, 625-706 (2008) (con **L.Pizzocchero**)
- [58] *On the averaging principle for one-frequency systems. Seminorm estimates for the error*, Nonlinear Dynam. **57**, 321-334 (2009) (con **L.Pizzocchero**)
- [59] *On the averaging principle for one-frequency systems. An application to satellite motions*, Nonlinear Dynam. **58**, 273-294 (2009) (con **L.Pizzocchero**)
- [60] *New results on multiplication in Sobolev spaces*, Adv. in Appl. Math. **44**, 393-432 (2010) (con **L.Pizzocchero**)
- [61] *An H^1 setting for the Navier-Stokes equations: quantitative estimates*, Nonlinear Anal. **74**, 2398-2414 (2011) (con **L.Pizzocchero**)
- [62] *On the constants in a Kato inequality for the Euler and Navier-Stokes equations*, Comm. Pure Appl. Anal. **11**, 557-586 (2012) (con **L.Pizzocchero**)
- [63] *On approximate solutions of the incompressible Euler and Navier-Stokes equations*, Nonlinear Anal. **75**, 2209-2235 (2012) (con **L.Pizzocchero**)
- [64] *On the constants in a basic inequality for the Euler and Navier-Stokes equations*, Appl. Math. Lett. **26**, 277-284 (2013) (con **L.Pizzocchero**)
- [65] *On power series solutions for the Euler equation, and a paper of Behr, Necas and Wu*, ESAIM: Math. Model. Numer. Anal. **47**, 663-688 (2013) (con **M.Pernici**, **L.Pizzocchero**)
- [66] *On the Reynolds number expansion for the Navier-Stokes equations*, Nonlinear Anal. **95**, 156-174 (2014) (con **L.Pizzocchero**)
- [67] *A priori estimates for Euler and Navier-Stokes equations*, arXiv:1310.5642, to be published in Comm. Pure Appl. Anal. (2014) (con **M.Pernici**, **L.Pizzocchero**)
- [68] *Large order Reynolds expansions for the Navier-Stokes equations*, (2014, submitted) (con **M.Pernici**, **L.Pizzocchero**)

Temi di ricerca e risultati del quinquennio 2009-13. Negli ultimi cinque anni si sono sviluppati e completati alcuni temi di ricerca, il cui studio è iniziato in anni precedenti. I risultati sono contenuti nei lavori [58]–[68].

(i) Applicazioni del principio della media ([58], [59]). Lo studio delle perturbazioni del moto di un sistema hamiltoniano e dell'errore introdotto dalla sua sostituzione con il moto medio è un classico problema di cui è stato sviluppato uno studio qualitativo (Bogoliubov, Arnold e altri) negli anni '50 e '60 del secolo scorso. Il metodo introdotto in [55] consente di dare stime rigorosamente quantitative dell'errore introdotto applicando il cosiddetto principio della media. In tale lavoro l'analisi riguarda un sistema hamiltoniano con n variabili di azione ed una variabile angolare, e consente di dare stime per la norma del vettore delle azioni. In [58] questo approccio è stato ulteriormente sviluppato (introducendo opportune seminorme) così da avere stime quantitative separate per ognuna delle azioni. Il risultato generale ottenuto è applicato alla dinamica del corpo rigido debolmente smorzato.

Il lavoro [59] tratta un classico problema di meccanica celeste, il moto di un satellite in orbita polare attorno ad un pianeta schiacciato. La teoria generale è applicata al caso del satellite Cos-B in moto attorno alla Terra; in questo caso si mostra che il metodo della media consente con calcoli numerici molto veloci di ottenere stime quantitative del tutto soddisfacenti su intervalli di tempo dell'ordine del secolo.

(ii) Stime quantitative rigorose per le equazioni di Eulero e Navier-Stokes ([60], [61], [63], [65]–[68]). Nel precedente lavoro [55] si sono considerate equazioni alle derivate parziali semilineari di tipo evolutivo, con una non linearità di tipo algebrico (come per l'equazione del calore non lineare) e più in generale di tipo differenziale (come nel caso delle equazioni di Eulero e di Navier-Stokes). Per tali equazioni, ambientate in spazi di Banach, si è proposto un metodo rigorosamente quantitativo per stimare l'errore di una soluzione approssimata tramite l'analisi a posteriori di tale soluzione. In estrema sintesi, si è pervenuti alla formulazione di un teorema generale, secondo il quale se la soluzione approssimata soddisfa ad una "disequazione di controllo", di tipo integrale o differenziale, allora dalla stima del tempo di esistenza della soluzione di tale equazione possiamo dedurre una stima del tempo di esistenza della soluzione esatta del problema in esame. I risultati ottenuti sono stati applicati, in una serie di lavori, al caso delle equazioni di Eulero e di Navier-Stokes, e sono di tipo rigorosamente quantitativo. In particolare:

(1) si sono date condizioni rigorosamente quantitative sulla norma del dato iniziale di un problema di Cauchy, che garantiscono l'esistenza e regolarità globale per il problema di Eulero e di Navier-Stokes, indipendentemente dalla struttura particolare del dato.

(2) si sono analizzati, per le equazioni di Navier-Stokes, le soluzioni cor-

rispondenti a dati iniziali ampiamente considerati in letteratura anche per simulazioni della turbolenza, quali i dati di Behr-Neca-Wu ed i vortici di Taylor-Green e Kida-Mukarami. Il metodo della disuguaglianza di controllo ha consentito di migliorare stime sui tempi di esistenza precedentemente ottenuti in letteratura. Con un'analisi teorica del gruppo di simmetrie del dato iniziale e con la loro implementazione nel calcolo si sono inoltre ottenute stime più veloci.

(3) Per il caso delle equazioni di Eulero e con il dato iniziale di Behr-Necas e Wu, per il quale si era ipotizzato in letteratura, sulla base di simulazioni numeriche, l'esistenza di un blow-up per un tempo T_* , si è dimostrato invece che il blow-up, se esiste, è sicuramente maggiore di T_* .

(iii) Disuguaglianze in spazi di Sobolev ([62], [64]).

Il metodo delle stime a posteriori richiede una trattazione rigorosa in opportuni spazi funzionali: nei lavori descritti si opera in spazi di Sobolev H^n per campi vettoriali sul toro in una generica dimensione d (le applicazioni ai fluidi essendo poi ovviamente per $d = 3$). L'approccio quantitativo che contraddistingue questo tipo di ricerca implica che si debbano avere almeno delle stime per le costanti che compaiono in classiche disuguaglianze negli spazi H^n , in particolare le costanti K_n e G_n nelle cosiddette disuguaglianze del prodotto e di Kato

$$\|u \cdot \partial v\|_n \leq K_n \|u\|_n \|v\|_{n+1}, \quad |\langle u \cdot \partial v, v \rangle_n| \leq G_n \|u\|_n \|v\|_n^2.$$

I lavori [62] e [64] contengono stime quantitative, per difetto e per eccesso, delle costanti sharp di queste disuguaglianze per ogni dimensione d , ed hanno anche un interesse dal punto di vista della teoria generale degli spazi di Sobolev, indipendentemente dalla loro applicazione all'analisi di pde's.