

Curriculum vitae et studiorum di Luca Biasco

Dati personali

Nato a Roma il 31/3/1975.

Residente in Via Oglio 3/G, Pomezia (RM).

E-mail: biasco@mat.uniroma3.it

Titoli accademici

Laurea in Matematica, Università “Roma Tre” 18/2/1999,

Votazione: 110/110 e lode, Relatore: Prof. Luigi Chierchia

Dottorato di Ricerca in Matematica, S.I.S.S.A. (I.S.A.S.) Trieste, 23/10/2002,

Relatori: Prof. Antonio Ambrosetti, Prof. Massimiliano Berti

Posizioni universitarie

Ricercatore confermato in Analisi Matematica (settore scientifico disciplinare MAT05) presso l’Università “Roma Tre”: vincitore del concorso in data 24/10/2002, presa di servizio in data 2/12/2002, conferma in ruolo nel maggio 2006 (a decorrere da dicembre 2005).

Professore universitario di seconda fascia SSD MAT/05, Università “Roma Tre” dal 20 dicembre 2012.

Professore universitario di prima fascia SSD MAT/05, Università Roma Tre dal 1 luglio 2017.

Finanziamenti

Principal Investigator del Progetto di Internazionalizzazione “Equazioni alle derivate parziali in fisica, geometria ed ingegneria” dell’Università “Roma Tre”: 14000 EU

Membro dell’unità locale dell’Università “Roma Tre” del

- “PRIN-2009” “Critical Point Theory and Perturbative Methods for Nonlinear Differential Equations”

- “PRIN-2012” “Aspetti variazionali e perturbativi nei problemi differenziali nonlineari”

Attività di ricerca

Breve descrizione della mia attività di ricerca

Il mio campo di ricerca è l'analisi non lineare e i miei contributi riguardano i sistemi hamiltoniani e le equazioni alle derivate parziali. Ho studiato principalmente questioni matematiche provenienti da problemi fisici, (ad esempio dalla Meccanica Celeste), utilizzando sia metodi perturbativi che variazionali.

I) *Sistemi hamiltoniani finito dimensionali: stabilità (teoria KAM e di Nekhoroshev) e instabilità (diffusione di Arnold).*

Ho studiato il problema fondamentale della stabilità / instabilità delle variabili di azione dei sistemi hamiltoniani quasi-integrabili. Il Teorema KAM fornisce stabilità totale (vale a dire per tutti i tempi) per la maggior parte dei dati iniziali, mostrando l'esistenza di tori invarianti percorsi da moti quasi-periodici. La principale difficoltà è dovuta al ben noto problema dei piccoli divisori per cui si devono imporre condizioni di non risonanza sulla frequenza della soluzione quasi-periodica. Inoltre la Teoria KAM richiede opportune condizioni di non degenerazione che sono spesso violate nelle applicazioni (ad esempio alla Meccanica Celeste). Sotto simili ipotesi di non degenerazione, la Teoria di Nekhoroshev garantisce che tutte le variabili d'azione rimangono vicino al loro valore iniziale per tempi esponenzialmente lunghi. D'altra parte nel 1964 Arnold introdusse un modello hamiltoniano quasi-integrabile in cui le variabili di azione di opportune orbite subiscono una variazione di ordine uno.

I miei risultati principali sui sistemi hamiltoniani:

- (R1) tempo di diffusione ottimale nella diffusione di Arnold;
- (R2) Esistenza di tori KAM ellittici nel problema degli n -corpi;
- (R3) La chiusura delle orbite periodiche contiene i tori KAM ellittici;
- (R4) Il problema spin-orbita della Meccanica Celeste:
stabilità esponenziale e coesistenza di orbite periodiche
- (R5) Dimostrazione di una congettura di Arnold, Kozlov e Neishtadt sulla misura dei tori invarianti nello spazio delle fasi.

(R1) Durante la mia tesi di dottorato ho affrontato la lunga e controversa questione del tempo di diffusione ottimale nella diffusione di Arnold (caso a priori instabile). Questo problema è stato risolto in [1]: l'esistenza delle orbite di diffusione è provata con metodi variazionali, mentre l'ottimalità si ottiene con metodi alla Nekhoroshev.

(R2) Sin dalla sua fondazione una delle questioni principali nella teoria KAM è stata la sua applicazione alla Meccanica Celeste, in particolare al problema degli n -corpi. Per tale problema Jefferys e Moser hanno mostrato l'esistenza di tori iperbolici. In [2], [4] viene risolto il più difficile problema

della esistenza di tori ellittici. Il punto principale è come superare il fatto che la hamiltoniana integrabile è propriamente degenerare (ovvero dipende solo da alcune variabili d'azione).

(R3) Nell'ambito della congettura di Poincaré sulla densità delle orbite periodiche nello spazio delle fasi di un sistema Hamiltoniano quasi-integrabile, Birhoff-Lewis e Conley-Zehnder hanno dimostrato che la chiusura delle orbite periodiche contiene, rispettivamente, gli equilibri ellittici e i KAM tori massimali. In [3] è provato, con metodi variazionali, l'analogo per i tori KAM ellittici. Applicazioni al problema degli n -corpi vengono date in [3],[23].

(R4) Il classico modello di D'Alembert per un pianeta (o satellite) ruotante e orbitante intorno ad una stella (o pianeta) fissa vicino ad una risonanza spin/orbita, viene studiato in [15]. Nonostante la forte degenerazione del modello, si ottengono stime di stabilità esponenziale alla Nekhoroshev. Inoltre per un modello realistico con attrito mareale, si danno in [6] esplicite condizioni sulla coesistenza di orbite periodiche e stime sui rispettivi bacini di attrazione. Piuttosto sorprendentemente si mostra in [27] che tali risultati teorici possono essere applicati per valori dei parametri corrispondenti a tutti i 18 corpi del sistema solare osservati in risonanza spin/orbita.

(R5) Una congettura di Arnold, Kozlov e Neishtadt afferma che lo spazio delle fasi di un generico sistema hamiltoniano è foliato in tori invarianti, eccetto un insieme di misura $O(\varepsilon)$, dove ε è la taglia della perturbazione. Si noti che la stima (ottimale!) sulla misura del complementare dei tori primari, ovvero quelli che sono deformazioni dei tori del sistema imperturbato, è $O(\sqrt{\varepsilon})$. In [29] si mostra, nel caso dei sistemi meccanici, che la congettura è vera con una correzione logaritmica; ovvero la misura del complementare dei tori è minore di $\varepsilon |\ln \varepsilon|^c$, per un'opportuna costante $c > 0$. Per dimostrare il risultato si è sviluppata la Teoria KAM per i tori secondari (ovvero quelli che non sono omotopicamente equivalenti ai tori imperturbati). Il risultato è stato annunciato in [28].

II) *Equazioni alle derivate parziali: soluzioni periodiche e quasi-periodiche.* L'estensione della teoria KAM alle PDE rappresenta un importante campo di ricerca nelle PDE di evoluzione (NLS, KdV, NLW, etc).

I miei risultati principali sulle equazioni alle derivate parziali:

- (R6) Esistenza e regolarità di soluzioni periodiche per l'equazione delle onde forzata con nonlinearità non monotone (in [5]);

- (R7) Esistenza di orbite periodiche di tipo Birkhoff-Lewis per l'equazione delle onde non lineare (in [7]);
- (R8) Ramificazione di varietà di Cantor di soluzioni quasi-periodiche e dimostrazione di una congettura di Bourgain in sistemi hamiltoniani infinito dimensionali con applicazione alle PDEs (in [8]);
- (R9) Teoria KAM per l'equazione delle onde con derivate nella non-linearità (vedi [9],[10]).

(R4) In [5] si cercano soluzioni periodiche dell'equazione delle onde non lineare (NLW) con il periodo di razionale. Qui non ci sono piccoli divisori ma la difficoltà nasce dal fatto che l'equazione di biforcazione è infinito-dimensionale e completamente degenera. Questo problema è stato studiato da Rabinowitz utilizzando metodi variazionali sotto ipotesi di monotonia sulla non linearità. In [5] si estendono i suoi risultati a non-linearità non monotone, usando stime a priori ottenute da disequazioni variazionali e ispirate alla teoria della regolarità ellittica.

(R5) In [7] (vedi anche [21]) si dimostra l'esistenza di famiglie di Cantor di soluzioni periodiche per la NLW che hanno periodo minimo crescente e che si accumulano all'origine. Tali soluzioni di tipo Birkhoff-Lewis non appaiono nel caso lineare e sono, quindi, un fenomeno puramente non-lineare. La dimostrazione utilizza forme normali di Birkhoff e tecniche di tipo Nash-Moser.

(R6) In [8] si dimostra che, in un sistema hamiltoniano infinito dimensionale, da un toro KAM ellittico (finito dimensionale) biforcano famiglie di tori di dimensione maggiore. Inoltre abbiamo dimostrato una congettura di Bourgain sull'esistenza di tori con frequenza diofantina fissata. La dimostrazione si basa su un nuovo teorema KAM, in cui l'insieme dei parametri che soddisfano le condizioni di non-risonanza è esplicitamente scritto in termini delle frequenze finali (e non induttivamente come solitamente). Questa idea semplifica notevolmente le stime di misura ed è stata estensivamente usata in seguito. Si danno anche alcune alla NLW.

(R7) In vista delle applicazioni fisiche, è fondamentale estendere i risultati KAM alle PDE con derivate nella non-linearità. Per la NLW erano noti solo alcuni risultati di Craig e Bourgain sulle soluzioni periodiche. In [9] e [10] si estende la Teoria KAM alla NLW contenente derivate del primo ordine nella non-linearità, dimostrando l'esistenza e la stabilità di soluzioni quasi-periodiche. Si considerano sia il caso hamiltoniano che quello reversibile.

Publicazioni

Publicazioni selezionate (10):

[1] *Drift in phase space: a new variational mechanism with optimal diffusion time*, J. Math. Pures Appl. 82 (2003), no. 6, 613–664, in collaborazione con M. Berti e P. Bolle.

[2] *Elliptic two-dimensional invariant tori for the planetary spatial three-body problem*, Arch. Rat. Mech. Vol. 170 (2003), no. 2, 91-135 in collaborazione con L. Chierchia ed E. Valdinoci.

[3] *Periodic orbits close to elliptic tori and applications to the three body problem*, Annali Sc. Nor. Sup. di Pisa, Serie V, volume 3 (2004), 87-138 in collaborazione con M. Berti ed E. Valdinoci.

[4] *N -dimensional elliptic invariant tori for the planar $(N + 1)$ -body problem*, SIAM J. Math. Anal. 37 (2006), no. 5, 1560–1588, in collaborazione con L. Chierchia ed E. Valdinoci.

[5] *Forced vibrations of wave equation with non-monotone forcing term*, Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire 23 (2006), no. 4, 439–474, in collaborazione con M. Berti.

[6] *Low-order resonances in weakly dissipative spin-orbit models*, J. Differential Equations 246 (2009), no. 11, 4345–4370, in collaborazione con L. Chierchia.

[7] *A Birkhoff–Lewis type theorem for the nonlinear wave equation*, Arch. Rat. Mech. Vol. 196 (2010), no. 1, 303–362, in collaborazione con L. Di Gregorio.

[8] *Branching of Cantor manifolds of elliptic tori and applications to PDEs*, Comm. Math. Phys, 305, 3, 741-796, (2011), in collaborazione con M. Berti.

[9] *KAM theory for the Hamiltonian derivative wave equation*, Ann. Sci. Ec. Norm. Super. (4) 46, no. 2, 301-373 (2013), in collaborazione con M. Berti e M. Procesi.

[10] *KAM for reversible derivative wave equations*, Arch. Ration. Mech. Anal. 212 , no. 3, 905-955 (2014), in collaborazione con M. Berti e M. Procesi.

Ulteriori pubblicazioni (oltre le 10 selezionate):

[11] *Optimal stability and instability results for a class of nearly integrable Hamiltonian systems*, Atti Accad. Naz. Lincei Cl. Sci. Fis. Mat. Natur.

- Rend. Lincei (9) Mat. Appl. 13, (2002) 77–84, in collaborazione con M. Berti e P. Bolle.
- [12] *Nekhoroshev stability for D’Alembert problem of Celestial Mechanics*, Atti Accad. Naz. Lincei Cl. Sci. Fis. Mat. Natur. Rend. Lincei (9) Mat. Appl. 13, (2002) 85–89, in collaborazione con L. Chierchia.
- [13] *Effective Hamiltonian for the D’Alembert Planetary model near spin/orbit resonance*, Celestial Mechanics & Dyn. Astronomy, 83, (2002) 223–237, in collaborazione con L. Chierchia.
- [14] *On the stability of some properly-degenerate Hamiltonian systems*, Discrete and Continuous Dynamical Systems, series A, 9, n. 2, (2003) 233–262, in collaborazione con L. Chierchia.
- [15] *Exponential stability for the resonant D’Alembert model of Celestial Mechanics*, Discrete and Continuous Dynamical Systems, series A, 12, n. 4, (2005) 569–594, in collaborazione con L. Chierchia.
- [16] *Periodic solutions of nonlinear wave equations with nonmonotone forcing term*, Atti Accad. Naz. Lincei Cl. Sci. Fis. Mat. Natur. Rend. Lincei, Volume 16, Issue 2, 2005, pp. 117–124, in collaborazione con M. Berti.
- [17] *Stability of nearly integrable, degenerate Hamiltonian systems with two degrees of freedom*, J. Nonlinear Sci. 16 (2006), no. 1, 79–107. in collaborazione con L. Chierchia e D. Treschev;
- [18] Corrigendum to: “Elliptic two-dimensional invariant tori for the planetary three-body problem” [Arch. Ration. Mech. Anal. 170 (2003), no. 2, 91–135; MR2017886]. Arch. Ration. Mech. Anal. 180 (2006), no. 3, 507–509, in collaborazione con L. Chierchia e E. Valdinoci.
- [19] *Periodic solutions of Birkhoff–Lewis type for the nonlinear wave equation*, Atti Accad. Naz. Lincei Cl. Sci. Fis. Mat. Natur. Rend. Lincei, Volume 17, Issue 1, 2006, pp. 25–33, in collaborazione con L. Di Gregorio.
- [20] *Perturbative series expansions: theoretical aspects and numerical investigations*, Harmonic analysis and rational approximation, 233–261, Lecture Notes in Control and Inform. Sci., 327, Springer, Berlin, 2006, in collaborazione con A. Celletti.
- [21] *Time periodic solutions for the nonlinear wave equation with long minimal period*, SIAM Journal on Mathematical Analysis, 38, 4 (2006) 1090–1125, in collaborazione con L. Di Gregorio.
- [22] *Periodic solutions of Birkhoff–Lewis type for the nonlinear wave equation*, Discrete Contin. Dyn. Syst. 2007, Dynamical Systems and Differential

Equations. Proceedings of the 6th AIMS International Conference, suppl., 102–109, in collaborazione con L. Di Gregorio.

[23] *Periodic orbits accumulating onto elliptic tori for the $(N + 1)$ -body problem*, Celestial Mech. Dynam. Astronom. 101 (2008), no. 4, 349–373, in collaborazione con F. Coglitore.

[24] *(Quasi)periodic solutions in (in)finite dimensional Hamiltonian Systems with applications to Celestial Mechanics and wave equation*, Port. Math. 65 (2008), no. 4, 431–445, in collaborazione con E. Valdinoci.

[25] *Analytic estimates and topological properties of the weak stability boundary*, Celestial Mech. Dynam. Astronom. 114 (2012), no. 1-2, 1-24. in collaborazione con J. Biggs e M. Ceccaroni.

[26] *Existence and stability of quasi-periodic solutions for derivative wave equations*, Atti Accad. Naz. Lincei Cl. Sci. Fis. Mat. Natur. Rend. Lincei Mat. Appl., 24 (2013), 1-16, in collaborazione con M. Berti e M. Procesi.

[27] *The spin-orbit resonances of the solar system: a mathematical treatment matching physical data*. J. Nonlinear Sci. 24 (2014), no. 3, 473-492 , in collaborazione con F. Antognini e L. Chierchia.

[28] *On the measure of Lagrangian invariant tori in nearly-integrable mechanical systems*, Atti Accad. Naz. Lincei Rend. Lincei Mat. Appl. 26 , no. 4, 423-432 (2015), in collaborazione con L. Chierchia.

[29] *KAM Theory for secondary tori*, preprint 2017, arXiv:1702.06480 [math.DS], in collaborazione con L. Chierchia.

Invited speaker

1. “Giornate di analisi non lineare”, S.I.S.S.A. Trieste, giugno 1999
2. “CELMEC III”, Roma, giugno 2001
3. “Stationary and evolution problems”, Grado, settembre 2002
4. “New connections between dynamical systems and PDEs”, American Institute of Mathematics, Palo Alto, luglio 2003
5. “Analyse Harmonique et Approximation Rationnelle”, Porquerolles, settembre 2003
6. “XVII Congresso dell’Unione Matematica Italiana”, Milano, settembre 2003

7. “6th AIMS International Conference (American Institute of Mathematical Sciences)”: Poitiers, giugno 2006
8. “Symmetry and Perturbation Theory”, Otranto giugno 2007
9. “From Dynamical Systems to Statistical Mechanics”, Marsiglia, febbraio 2008
10. “Hamiltonian PDEs Workshop”, Berder, luglio 2008
11. “Hamiltonian PDEs and variational methods”, Capri, settembre 2008
12. “Trent’anni di Analisi Matematica alla SISSA: il contributo degli ex allievi”, Trieste, novembre 2008
13. “Workshop on Stability and Instability in Mechanical Systems: Applications and Numerical Tools”, Barcellona, dicembre 2008
14. “New connections between dynamical systems and Hamiltonian PDEs”, Napoli, aprile 2009.
15. “Mini-Workshop on New connections between dynamical systems and Hamiltonian PDEs”, Capri, 15-16 ottobre 2010.
16. “Variational and perturbative methods for nonlinear differential equations”, Venezia, 20-22 gennaio 2011.
17. “Conference on KAM and Cauchy theory for PDEs”, Ravello, 23-27 maggio 2011.
18. “XIX Congresso UMI”, Bologna, 12 settembre 2011.
19. “Hamiltonian PDE”, Anacapri, giugno 2012
20. “CELMEC VI”, San Martino al Cimino, settembre 2013
21. ETH, Zurigo, maggio 2014
22. “Workshop on Hamiltonian Dynamical Systems”, Shanghai, gennaio 2015
23. “XX Congresso dell’UMI”, Siena, settembre 2015

24. “Computational perturbative methods for Hamiltonian Hystems”,
Atene, luglio 2016

Partecipazione a comitati scientifici/organizzativi di convegni

- Membro del comitato scientifico della scuola dottorale “Nonlinear PDE’s from Geometry and Physics”, Roma, settembre 2012
- Membro del comitato organizzatore del convegno “New perspectives in nonlinear PDE’s”, Roma, settembre 2012
- Membro del comitato scientifico e organizzatore del convegno e della scuola dottorale:
 - “KAM Theory and Dispersive PDEs (Roman Summer School and Workshop)”, settembre 2014
 - “Hamiltonian Dynamics PDEs and Waves on the Amalfi coast”, maiori 5-11 Sept. 2016

Periodi di ricerca all’estero

Université d’Avignon, invitato dal Prof. P. Bolle, dicembre 2000,
Universitat de Barcelona, invitato dal Prof. C. Simó, novembre 2002,
Universität Paderborn, marzo-aprile 2009

Attività di referee

Referee per varie riviste internazionali: *CMP*, *JDE*, *DCDS*, *Nonlinerity*, etc.

Attività didattica

22 insegnamenti dei corsi di laurea in Matematica e Fisica (come titolare)

Corso di Laurea in Matematica dell’Università “Roma Tre”:

- AM7 “Equazioni alle derivate parziali 1” a.a. 2002-03, 2004-05, 2007-08, 2011-12
- AC1 “Analisi complessa” a.a. 2003-04 e 2004-05,
- AM9 “Analisi funzionale nonlineare” nell’a.a. 2007-08
- AM13 “Metodi locali in analisi funzionale non lineare” a.a. 2009-10

- AM550 “Problemi di piccoli divisori in infinite dimensioni” a.a. 2010-11
- FM410 “Meccanica Lagrangiana e Hamiltoniana” a.a. 2010-11
- AM220 “Analisi matematica 4” a.a. 2014-15
- AM520 “Teoria degli operatori 1” a.a. 2014-2015
- AM110 “Analisi matematica 1” a.a. 2015-16
- AM120 “Analisi matematica 2” a.a. 2015-16
- AM210 “Analisi matematica 3” a.a. 2016-17

Corso di Laurea in Fisica dell’Università “Roma Tre”:

- “Equazioni differenziali della Fisica” a.a. 2005-06 e 2006-07.
- “Analisi II” a.a. 2008-09, 2009-10, 2012-13, 2013-14, 2016-17.

Per i suddetti corsi sono stato anche Presidente della commissione per gli esami di profitto.

Altri corsi:

- Tutorato Speciale Introduttivo (Matematica e Fisica), a.a. 2015-16
- Esercitazioni di Analisi Matematica I e II

Corsi di Dottorato:

- “Equazione delle onde d’acqua” Roma Tre, a.a. 2003-2004.
- mini-corso “KAM Theory”, Napoli, 2009.
- mini-corso “Water Waves”, Paderborn, 2009.
- “Problemi di piccoli divisori in infinite dimensioni”, Roma Tre a.a. 2010-2011

Relatore di tesi

DOTTORATO IN MATEMATICA

- L. Di Gregorio “Infinite dimensional hamiltonian systems and nonlinear wave equation: periodic orbits with long minimal period” (correlatore con L. Chierchia), Università “Roma Tre”.

- F. Antognini, “On the dissipative spin-orbit problem” (correlatore con L. Chierchia e D. Stoffer) ETH Zurich.

LAUREA IN MATEMATICA (Università “Roma Tre”)

- F. Coglitore “Periodic orbits close to elliptic tori for the $(\mathbb{N} + 1)$ -body problem ”, pubblicata in [23].

- A. Mignucci “Formal Birkhoff normal form for water waves problem with infinite depth”.

- M. Ceccaroni “The Weak Stability Boundary”, pubblicata in [25].

- A. Nardi, in corso.

LAUREA TRIENNALE IN FISICA (Università “Roma Tre”):

A. Vallorani, L. Olivieri, V. Illuminati

Membro della Commissione per l’esame di Ph.D. di A. Ambrosio, SISSA 2016.

Oltre 15 volte membro della Commissione di Laurea in Matematica e 3 volte in Fisica.

Attività di servizio

Membro della Commissione di Programmazione della Facoltà di SMFN da ottobre 2011

Per il Dipartimento di Matematica (fino al 2012) poi Dipartimento di Matematica e Fisica (dal 2013), Università “Roma Tre”, ho ricoperto i seguenti ruoli:

1. Membro della Commissione Orientamento da febbraio 2003
2. Membro della Commissione Didattica da giugno 2004 a ottobre 2005
3. Membro dell’unità locale di “Roma Tre” per il Progetto Lauree Scientifiche a.a. 2005/2006 e 2006/2007
4. Membro della Commissione Internet Intranet da novembre 2005 a dicembre 2009
5. Membro della Commissione Nuovi Ordinamenti da gennaio 2007
6. Membro della Commissione di Programmazione del Dipartimento di Matematica e Fisica dal 2013 al 2015

7. Membro della Commissione Sinergie Didattiche del Dipartimento di Matematica e Fisica dal 2014
8. Membro della Commissione Didattica del Dipartimento di Matematica e Fisica dal 2016
9. Membro della Commissione Orientamento del Dipartimento di Matematica e Fisica dal 2016
10. Responsabile della piattaforma e-learning (sezione di matematica) dal 2016.
11. Responsabile locale del Piano Lauree Scientifiche di Matematica dal 2016 (finanziamento 11000 EU per l'a.a. 2015-2016, 12000 EU per l'a.a. 2016-2017)

Roma,

In fede