

ALLEGATO B

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

selezione pubblica per n. 1 posto di Ricercatore a tempo determinato ai sensi dell'art.24, comma 3, lettera a) della Legge 240/2010 per il settore concorsuale 02/B2 - Fisica Teorica della Materia, settore scientifico-disciplinare FIS/03 - Fisica della Materia presso il Dipartimento di FISICA "ALDO PONTREMOLI", (avviso bando pubblicato sulla G.U. n.51 del 28/06/2019) Codice concorso 4042

Andrea Di Ciolo

CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME	DI CIOLO
NOME	ANDREA
DATA DI NASCITA	18 MARZO 1981

Formazione

01.11.2005 - 05.02.2009 - Dottorato di Ricerca in Fisica: Dottore di Ricerca all'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (Roma, Italia).

Tesi: *Electron-phonon interaction and charge instabilities in strongly correlated electron systems*.

Relatori: Dott. J. G. Lorenzana e Prof. M. Grilli.

2000 - 29.09.2005 - Corso di Laurea in Fisica: Laurea con votazione di 110/110 e Lode all'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (Roma, Italia). **Indirizzo specialistico: Fisica della Materia.**

Tesi: *Disomogeneità di carica di tipo "stripe paramagnetiche" nei cuprati*.

Relatori: Prof. M. Grilli e Dott. J. G. Lorenzana.

1995 - 2000 - Diploma del corso di studi secondari superiori (indirizzo classico) con la votazione di 100/100 e menzione di merito per aver rivelato particolari competenze in storia e filosofia della scienza al "Pontificio Istituto Sant'Apollinare" (Roma, Italia).

05-11.09.1999 - Corso di orientamento universitario organizzato dalla Scuola Normale Superiore di Pisa (Cortona, Italia). Partecipante, in quanto vincitore di una selezione operata dalla Scuola Normale, **basata sul merito scolastico**, su segnalazioni richieste ai Presidi delle scuole medie superiori di tutta Italia.

Esperienza di Lavoro

Preparazione approfondita e ampia esperienza in Fisica della Materia Condensata. Ricerca su stati quantistici di solidi cristallini e gas atomici ultrafreddi. Risultati scientifici presentati a conferenze internazionali e pubblicati su riviste specialistiche.

da 01.07.2018 - Collaborazione con l'Università degli Studi di Salerno (Fisciano, Italia), *per lo sviluppo e la caratterizzazione di nuovi metodi analitici per i sistemi elettronici fortemente correlati, con attività di pubblicazione in corso per i risultati ottenuti.*

2015 - 2018 - Assegnista di Ricerca all'Università degli Studi di Salerno (Fisciano, Italia).

Ricerca sui sistemi elettronici fortemente correlati, sui modelli di Hubbard (interazione locale elettrone-elettrone) e t-J (interazione di scambio magnetico e soppressione completa della doppia occupazione), sviluppando nuovi approcci operatoriali e caratterizzandone le soluzioni, con interesse rivolto anche alla riproduzione di risultati sperimentali sui cuprati, superconduttori ad alta temperatura di transizione. Ricerca principalmente per mezzo di calcoli analitici con implementazione numerica, basati sul formalismo delle equazioni del moto di Heisenberg e delle funzioni di Green, riformulato per essere usato con operatori compositi che descrivano le nuove eccitazioni elementari del sistema dovute alle forti correlazioni. Per il modello di Hubbard, ho elaborato un'approssimazione a 4 poli nella funzione di Green, adottando una base a 4 campi, con 2 operatori locali di Hubbard e 2 campi che descrivono le transizioni di Hubbard rivestite dalle fluttuazioni di spin a primi vicini. Dal confronto con la soluzione esatta su 2 siti e con diversi risultati numerici in 2D, ho riscontrato che la soluzione approssimata a 4 poli è considerevolmente accurata nel regime di forte accoppiamento. Usando questa nuova soluzione, ho studiato le proprietà spettrali del sistema correlato: trasferimento di peso spettrale ad alte energie con forte dipendenza dal drogaggio; transizione metallo-isolante di Mott-Hubbard a zero drogaggio per un valore critico finito di repulsione Coulombiana; formazione di un minimo all'impulso (π, π) nella banda che taglia il potenziale chimico, a causa delle forti fluttuazioni di spin; evoluzione della superficie di Fermi al variare del drogaggio, con transizione topologica a un drogaggio finito. Per il modello t-J, ho scelto una base solo con un operatore di Hubbard, sviluppando la teoria di campo medio più generalizzata per questo approccio: la soluzione mostra la tendenza a sviluppare ordine di carica a drogaggi intermedi.

Come progetto di ricerca distinto, ho studiato gli effetti delle fluttuazioni quantistiche nel modello di Kitaev sul reticolo triangolare, ottenendo la generazione di una gap nello spettro delle eccitazioni di spin. Sono inoltre stato designato cultore della materia per un corso di laurea triennale e uno di laurea magistrale. Ho infine contribuito all'organizzazione e alla realizzazione in sito di un evento di divulgazione scientifica.

2014 - Ricerca di nuove fasi della materia nei sistemi complessi, con ordine magnetico e con disordine di spin (Roma, Italia).

2012 - 2013 - Ricercatore Associato alla Georgetown University (Washington D.C., USA);

Ricercatore Associato e membro del Joint Quantum Institute a University of Maryland (College Park, MD, USA). *Ricerca, specialmente per mezzo di simulazioni di Monte Carlo Variazionale (VMC) su larga scala: diagrammi di fase di modelli XY e Heisenberg frustrati di spin-1/2 su reticolo esagonale.*

Ho considerato diversi stati quantistici descritti grazie a funzioni d'onda con proiezioni di Gutzwiller e correlazioni di Jastrow, riscontrando la presenza sia di ordine quantistico di spin, collineare e spirale, sia di fasi di liquido di spin, al variare della frustrazione. In un progetto distinto, ho studiato gli effetti dell'accoppiamento spin-impulso nella realizzazione di stati quantistici esotici: ho contribuito all'indagine di isolanti con questo accoppiamento sul reticolo quadrato, ottenendo un ricco diagramma classico di fase, con ordini di spin collineare, spirale e fasi con vortici.

08.2012 - Visita scientifica alla SISSA (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati) (Trieste, Italia).

2009 - 2011 - Ricercatore post-dottorato alla Frankfurt Goethe Universität (Frankfurt am Main, HE, Germania). *Ricerca sui solidi cristallini con forti correlazioni elettroniche: calcolo di probabilità di tunnelling per esperimenti di spettroscopia di singola particella, per mezzo di Approssimazioni di Gutzwiller (GA) e simulazioni VMC. Ho acquisito nuove competenze nei metodi variazionali, usando funzioni proiettate antiferromagnetiche e superconduttive per descrivere gli stati correlati.*

Ho avuto poi diverse responsabilità didattiche: sono stato assistente capo e supervisore dei tutor per un corso di laurea triennale e uno di laurea magistrale.

2005 - 2009 - Dottorando di Ricerca all'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (Roma, Italia).

Ricerca sui solidi cristallini con forti correlazioni elettroniche: diagramma di fase di modelli con interazione elettrone-elettrone ed elettrone-fonone; riproduzione teorica di risultati sperimentali sui cuprati. Ho applicato la GA e l'Approssimazione di Fase Random (RPA) al modello di Hubbard e a quello di Hubbard-Holstein (con interazione locale elettrone-elettrone ed accoppiamento elettrone-fonone ottico) sul reticolo quadrato, caratterizzandone le soluzioni anche tramite lo studio delle loro funzioni di risposta, usando approcci analitici di teoria dei campi e variazionali. Ho individuato le instabilità di carica del sistema elettronico, esplorando l'azione concomitante di accoppiamento elettrone-fonone e repulsione Coulombiana tra gli elettroni. Ho ottenuto il diagramma di fase che, al crescere dell'accoppiamento col reticolo, presenta un metallo omogeneo, poi una fase con ordine di carica (per interazioni Coulombiane deboli e intermedie) e uno stato con separazione di fase (per interazioni Coulombiane più forti). Ho calcolato proprietà spettrali e branche fononiche ottiche per riprodurre risultati di esperimenti rispettivamente di fotoemissione e diffusione neutronica sui cuprati.

Ho inoltre contribuito all'organizzazione di conferenze internazionali ed eventi locali.

Attività Didattica

2017 - 2018 - Cultore della materia per *Stati Condensati della Materia* all'Università di Salerno.
2015 - 2018 - Cultore della materia per *Fisica Computazionale* all'Università di Salerno.
Semestre estivo 2010 - Assistente Universitario Capo + Supervisore dei Tutor per *Meccanica Quantistica II* alla Frankfurt Goethe Universität.
Semestre invernale 2009 - 2010 - Assistente Universitario Capo + Supervisore dei Tutor per *Elettrodinamica* alla Frankfurt Goethe Universität.

Esperienze Organizzative e Gestionali

05.2017 - Contributo alle **dimostrazioni** di divulgazione scientifica di *DivertimentiEsperimenti* alla fiera della scienza *Futuro Remoto 2017* (Napoli, Italia).
2012 - Contributo alla **Supervisione** dell'attività di ricerca di un dottorando.
2009 - Contributo alla **Supervisione** della Dissertazione di Laurea Triennale di uno studente.
08.2008 - **Responsabile di Sala Conferenze** alla Conferenza Generale della Divisione di Materia Condensata della Società di Fisica Europea.
07.2007 - **Responsabile della Sala Computer** alla Conferenza Internazionale "Coherence and Incoherence in Strongly Correlated Systems".
2007 - **Organizzatore e Speaker** del "Journal Club dei Dottorandi" del Dipartimento di Fisica.

Interessi e Attività di Ricerca

Mi dedico all'indagine teorica di sistemi con forti correlazioni elettroniche: la complessità del loro diagramma di fase è dovuta all'azione concomitante di diverse interazioni microscopiche (elettrone-elettrone, elettrone-reticolo, spin-spin, spin-impulso, ...) che danno così luogo alla competizione di diversi tipi di fasi con e senza ordine a lungo raggio.

- **Elettroni fortemente correlati:** modelli di Hubbard, Hubbard-Holstein e t - J .
- **Sistemi di spin e bosoni hardcore:** modelli XY, di Heisenberg e Kitaev.
- **Metodi variazionali:** Monte Carlo Variazionale (utente/esperto);
Approssimazione di Gutzwiller (+ Approssimazione di Random Phase);
Teoria di Campo Medio (Rinormalizzata).
Funzioni d'onda di prova: proiezioni di Gutzwiller; correlazioni di Jastrow.
- **Equazioni del Moto**, teoria operatoriale: Metodo degli Operatori Compositi.
- **Funzioni di Green** e formalismi di teoria dei campi.
- **Altri metodi:** Teoria classica e Approssimazioni di Onde di Spin per i modelli di spin.
Bosoni schiavi;
Teoria del Funzionale Densità (studiata),
Teoria di Campo Medio Dinamico (studiata).
- **Interazione elettrone-fonone ed instabilità di carica:**
Mutua azione tra l'accoppiamento elettrone-fonone e la repulsione di Coulomb; ordine di carica.

- **Cuprati:** Densità spettrali (branche fononiche) per riprodurre risultati di esperimenti di fotoemissione (diffusione). Pseudogap nello stato normale a drogaggi moderati.
- **Magnetismo frustrato:** Sistemi di spin frustrati sui reticoli esagonale e triangolare: stati quantistici ordinati di spin e liquidi di spin.
- **Accoppiamento spin-impulso:** Preparazione di stati esotici della materia.
- **Transizione di Mott-Hubbard:** transizione metallo-isolante, studiata soprattutto per il modello di Hubbard sul reticolo quadrato.

Il mio background è soprattutto nella fisica teorica della materia condensata, con esperienza principalmente nei sistemi elettronici fortemente correlati, nei superconduttori ad alta temperatura di transizione, come cuprati e pnictidi, e nel magnetismo frustrato, nell'esplorazione di fenomeni quantistici collettivi e di fasi esotiche, e in generale nelle proprietà dei sistemi a bassa dimensionalità. Sono esperto in fisica quantistica a molti corpi interagenti, nel formalismo delle funzioni di Green e in metodi variazionali. Grazie a queste competenze, ho ottenuto diagrammi di fase di sistemi che presentano forti correlazioni elettrone-elettrone e un rilevante accoppiamento degli elettroni col reticolo e diagrammi di fase di sistemi i cui spin sono soggetti a interazioni di scambio in competizione. Ho investigato la fisica dei cuprati, riproducendo teoricamente risultati di esperimenti di fotoemissione e diffusione neutronica, e ho calcolato probabilità di tunneling, rilevanti per le spettroscopie di singola particella nei materiali fortemente correlati.

Ho formulato inoltre nuovi approcci e soluzioni ai modelli elettronici correlati, all'interno di una teoria operatoriale, basata sulle equazioni del moto di Heisenberg.

In futuro, mi piacerebbe studiare le proprietà di sistemi a bassa dimensionalità anche fuori equilibrio, ed esplorare stati con ordine topologico.

Competenze

Esperienza nella **modellizzazione fisico-matematica** di sistemi complessi.

Ampia esperienza di **collaborazioni internazionali** con team di ricerca.

Qualità organizzative e nei rapporti interpersonali, attenzione ai particolari, capacità di assumere e condurre i progetti dall'impostazione alla conclusione.

Esperienza di **scrittura scientifica**; redazione di testi e correzione di bozze.

Eccellenti capacità di comunicazione scritta e orale.

Competenze Informatiche - Esperienza nella gestione di **High-Performance Computing**.

Esperienza nell'**analisi dati** e nella visualizzazione di grandi quantità di dati.

Esperienza in **simulazioni Monte Carlo**.

Sistemi Operativi: Linux, Mac-OS, Windows (Microsoft Office).

Programmazione: Mathematica, Fortran, Shell-Scripting (elementare), LaTeX, LyX, Origin, Gnuplot, Xmgrace, Gimp.

Lingue - Inglese (fluente);

Italiano (madrelingua);

Tedesco (elementare/preintermedio);

Latino e Greco antico (elementari).

Conferenze. Seminari (lista selezionata)

- 04-08.03.2019 - Meeting del Marzo 2019 dell'American Physical Society (Boston, MA, USA): **Seminario**.
- 11-16.03.2018 - Meeting Congiunto delle Divisioni di Materia Condensata della Società di Fisica Tedesca e della Società di Fisica Europea (Berlino, Germania): **Seminario**.
- 01-05.10.2017 - Conferenza Nazionale Italiana di Fisica della Materia FisMat 2017 (Trieste, Italia): **Seminario**.
- 17-21.07.2017 - Conferenza Internazionale sui Sistemi Elettronici Fortemente Correlati- SCES 2017 (Praga, Repubblica Ceca): 3 **Poster**.
- 13-17.03.2017 - Meeting del Marzo 2017 dell'American Physical Society (New Orleans, LA, USA): **Seminario**.
- 07-08.07.2016 - Workshop UFOX "Unveiling complex phenomena in Functional OXides" (Fisciano, Italia).
- 06-11.03.2016 - Meeting Primaverile della Sezione di Materia Condensata della Società di Fisica Tedesca (Regensburg, Germania): **Seminario**.
- 06.09.2013 - **Seminario** all'Institut Laue-Langevin (Grenoble, Francia).
- 17-22.03.2013 - Meeting del Marzo 2013 dell'American Physical Society (Baltimore, MD, USA): **Seminario**.
- 10-12.10.2012 - Simposio Autunnale del Centro Teorico di Materia Condensata (College Park, MD, USA): **Seminario**.
- 31.08.2011 - **Seminario** alla Fakultät für Physik, Universität Bielefeld (Bielefeld, Germania).
- 13-18.03.2011 - Meeting Primaverile della Sezione di Materia Condensata della Società di Fisica Tedesca (Dresden, Germania): **Seminario + Poster**.
- 27.02-04.03.2011 - Conferenza "Korrelationstage 2011" (Dresden, Germania): **Poster**.
- 20-21.07.2010 - TR49 Student Workshop Summer Term 2010 (Höchst im Odenwald, Germania): **Lecture**.
- 05-09.07.2010 - "SMR 2154: Workshop on Emergence of New States of Matter in Magnetic Systems and Beyond" (Trieste, Italia): **Seminario**.
- 21-26.03.2010 - Meeting Primaverile della Sezione di Materia Condensata della Società di Fisica Tedesca (Regensburg, Germania): **Poster**.
- 01-04.03.2010 - Simposio Internazionale "Novel states in correlated condensed matter: from model systems to real materials" (Berlino, Germania): **Poster**.
- 05-16.10.2009 - "14th Training Course in the Physics of Strongly Correlated Systems" (Vietri sul Mare, Italia): **Seminario**.
- 26-31.07.2009 - "International Conference on Magnetism 2009" (Karlsruhe, Germania).
- 25-29.08.2008 - 22^a Conferenza Generale della Divisione di Materia Condensata della Società di Fisica Europea (Roma, Italia): **Membro dello staff**.
- 16-28.07.2007 - Scuola Internazionale Estiva "From BCS to Exotic Superconductivity" (Cargèse, Francia): **Poster**.
- 03-07.07.2007 - Conferenza Internazionale: "Coherence and Incoherence in Strongly Correlated Systems" (Roma, Italia): **Membro dello Staff + Poster**.
- 17-22.12.2006 - 5^a Conferenza Internazionale su "Macroscopic Quantum Phenomena in Complex Striped Matter STRIPES06" (Roma, Italia).
- 20-26.07.2006 - 37° Corso della Scuola Internazionale di Fisica dello Stato Solido: "Twenty years from the discovery of High T_c Superconductivity" (Erice, Italia).
- 09-14.07.2006 - 8^a Conferenza Internazionale su "Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors" (Dresden, Germania): **Poster**.
- 12.10.2005 - **Seminario** all'Institut für Physik, Johannes Gutenberg Universität (Mainz, Germania).

Pubblicazioni

14 articoli su rivista dopo processo di peer-reviewing + 3 manoscritti da sottomettere:

A. Di Ciolo, M. Grilli, J. Lorenzana, e G. Seibold, "Charge inhomogeneity coexisting with large Fermi surfaces", *Physica C* **460-462**, Part 2, 1176-1177 (2007). (<https://doi.org/10.1016/j.physc.2007.03.418>)

A. Di Ciolo, J. Lorenzana, M. Grilli, e G. Seibold, "Charge instabilities and electron-phonon interaction in the Hubbard-Holstein model", *Phys. Rev. B* **79**, 085101 (2009). (<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.79.085101>)

M. Grilli, G. Seibold, A. Di Ciolo, e J. Lorenzana, "Fermi surface dichotomy in systems with fluctuating ordering", *Phys. Rev. B* **79**, 125111 (2009). (<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.79.125111>)

E. von Oelsen, A. Di Ciolo, J. Lorenzana, G. Seibold, e M. Grilli, "Phonon renormalization from local and transitive electron-lattice couplings in strongly correlated systems", *Phys. Rev. B* **81**, 155116 (2010). (<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.81.155116>)

A. Di Ciolo, L. F. Tocchio, e C. Gros, "Tunneling matrix elements with antiferromagnetic Gutzwiller wave functions", *Phys. Rev. B* **83**, 165116 (2011). (<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.83.165116>)

J. Radić, A. Di Ciolo, K. Sun, e V. Galitski, "Exotic Quantum Spin Models in Spin-Orbit-Coupled Mott Insulators", *Phys. Rev. Lett.* **109**, 085303 (2012). (<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.109.085303>)

J. Carrasquilla, A. Di Ciolo, F. Becca, V. Galitski, e M. Rigol, "Nature of the phases in the frustrated XY model on the honeycomb lattice", *Phys. Rev. B* **88**, 241109(R) (2013). (<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.88.241109>)

A. Di Ciolo, J. Carrasquilla, F. Becca, M. Rigol, e V. Galitski, "Spiral antiferromagnets beyond the spin-wave approximation: Frustrated XY and Heisenberg models on the honeycomb lattice", *Phys. Rev. B* **89**, 094413 (2014). (<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.89.094413>)

A. Di Ciolo, e A. Avella, "Single-particle properties of the Hubbard model in a novel three-pole approximation", *Physica B* **536**, 687-692 (2018). (<https://doi.org/10.1016/j.physb.2017.09.051>)

A. Avella, A. Di Ciolo, e G. Jackeli, "Quantum gap and spin-wave excitations in the Kitaev model on a triangular lattice", *Physica B* **536**, 350-352 (2018). (<https://doi.org/10.1016/j.physb.2017.10.024>)

A. Di Ciolo, e A. Avella, "Strongly Correlated Electron Systems: An Operatorial Perspective", *Physica B* **536**, 359-363 (2018). (<https://doi.org/10.1016/j.physb.2017.10.006>)

A. Di Ciolo, e A. Avella, "The composite operator method route to the 2D Hubbard model and the cuprates", *Condens. Matter Phys.* **21**, 33701 (2018). (<https://doi.org/10.5488/cmp.21.33701>)

A. Di Ciolo, e A. Avella, "Fermi surface evolution of the 2D Hubbard model within a novel four-pole approximation", *AIP Adv.* **8**, 101327 (2018). (<https://doi.org/10.1063/1.5042831>)

A. Di Ciolo, C. Noce, e A. Avella, "A generalized mean-field theory for the t - J model: the single-pole COM solution", *Eur. Phys. J. Spec. Top.* **228**, 659 (2019). (<https://doi.org/10.1140/epjst/e2019-800212-2>)

A. Di Ciolo, e A. Avella, "A novel solution of the 2D Hubbard model within a four-pole approximation", *da sottomettere a Phys. Rev. B* - (15 pagine, 7 figure).

A. Di Ciolo, e A. Avella, "The operatorial approach to strongly correlated electron systems", *da sottomettere a Phys. Rev. B* - (35 pagine, 19 figure).

A. Di Ciolo, e A. Avella, "A three-pole approach to the t - J model", *in preparazione*.

Referenze

Prof. **Adolfo Avella** (Salerno, Italia): avella@sa.infn.it

Prof. **Federico Becca** (Trieste, Italia): fbecca@units.it; becca@sissa.it

Prof. **Claudius Gros** (Frankfurt, Germania): gros07@itp.uni-frankfurt.de

Prof. **Marcos Rigol** (Pennsylvania State, USA): mrigol@phys.psu.edu

Prof. **Marco Grilli** (Roma, Italia): marco.grilli@roma1.infn.it

Prof. **José G. Lorenzana** (Roma, Italia): jose.lorenzana@isc.cnr.it

Prof. **Götz Seibold** (Cottbus, Germania): Goetz.Seibold@b-tu.de

Prof. **Antonio Di Bartolomeo** (Salerno, Italia): dibant@sa.infn.it

Prof. **Maria-Roser Valenti** (Frankfurt, Germania): valenti@itp.uni-frankfurt.de

Data

29 Luglio 2019

Luogo

Roma