



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO

DIPARTIMENTO DI FISICA E CHIMICA
Emilio Segrè
Direttore: prof. Gioacchino Massimo Palma



AVVISO

INTEGRAZIONE (Pubblicazione n.4577 del 09/10/2024)

relativo alla Pubblicazione all'Albo Ufficiale di Ateneo n. 4577 del 09/10/2024 avente per oggetto: "Bando per conferimento di n. 3 assegni di ricerca (tipologia B) - Responsabile scientifico Dott. Francesco Ciccarello - settore FIS/03".

Si comunica che il Bando citato in premessa è integrato come di seguito riportato:

Art. 1 - Durata ed importo degli assegni di ricerca

GRUPPO SCIENTIFICO DISCIPLINARE E SSD COME DA NUOVO DM 639 DEL 02/05/2024:
PHYS-04/A

CAMPO PRINCIPALE DELLA RICERCA: **PHYSICS**

ESPERIENZA DELL'ASSEGNISTA: **EARLY STAGE RESEARCHER OR 0-4 YRS "POST GRADUATE"**

ASSEGNO 1 –"Decoerenza di osservabili spettroscopici risolti in tempo via TDDFT"

DESCRIZIONE:

Il progetto di questo assegno mira a sviluppare un metodo per descrivere fenomenologicamente i processi di decoerenza rapida nei solidi utilizzando la cosiddetta Time-Dependent Density Functional Theory (TDDFT). L'attuale schema TDDFT descrive principalmente processi coerenti. L'obiettivo centrale è estendere questo metodo per includere processi incoerenti attraverso l'evoluzione temporale della matrice densità one-body. L'obiettivo principale sarà descrivere le interazioni stocastiche tra elettroni e reticolo, gettando le basi per lo sviluppo futuro di interazioni più complesse tra elettroni. Il candidato implementerà questo framework TDDFT tramite il codice Octopus, un software ampiamente utilizzato per simulazioni di struttura elettronica. Il progetto mira ad avanzare la comprensione teorica dei meccanismi di decoerenza, consentendo simulazioni più accurate di sistemi solidi reali. Inoltre, il lavoro prevede la collaborazione con un team multidisciplinare di ricercatori per garantire l'integrazione dei metodi sviluppati all'interno di framework computazionali più ampi utilizzati per la simulazione di sistemi quantistici.

DESCRIPTION:

The project for this post aims at developing a method for phenomenologically describing fast decoherence processes in solids using Time-Dependent Density Functional Theory (TDDFT). The current TDDFT framework primarily describes coherent processes. The task is extending this method in order to include incoherent processes through the time evolution of the one-body density matrix. The main focus will be describing stochastic interactions between electrons and lattice, laying the groundwork for future developments of more complex electron-electron interactions. The candidate will implement this extended TDDFT framework by making use of the Octopus code, a widely used software for electronic structure simulations. The project will advance the theoretical understanding of decoherence mechanisms, ultimately enabling more accurate simulations of real-world solid-state



systems. Additionally, the work will involve collaborating with a multidisciplinary team of researchers to ensure the successful integration of the developed methods into broader computational frameworks used for simulating quantum systems.

ASSEGNO 2 –“Dinamica e correlazioni quantistiche di sistemi quantistici aperti a molti corpi”

DESCRIZIONE:

Un aspetto chiave dei sistemi quantistici è il concetto di misurazione, che è fondamentale sia per i principi di base della fisica quantistica che per le sue applicazioni pratiche. Una questione centrale nella teoria della misurazione quantistica riguarda l'inevitabile compromesso tra le informazioni ottenute dalle misurazioni e l'effetto che tale misura ha sul sistema quantistico osservato.

Di recente, c'è stato un rinnovato interesse per le misurazioni quantistiche, in particolare nello studio dei sistemi quantistici aperti a molti corpi. Questo interesse nasce dal ruolo significativo che la competizione tra l'evoluzione del sistema, l'interazione con l'ambiente e le misurazioni svolgono nel determinare le proprietà di entanglement di questi sistemi. In particolare, tale competizione può dare origine a nuovi fenomeni critici noti come transizioni di fase indotte dalla misurazione. Queste transizioni possono presentare correlazioni potenzialmente utili per applicazioni di metrologia. L'obiettivo della ricerca è indagare sistemi quantistici aperti monitorati per comprendere come le misurazioni contribuiscano allo sviluppo di correlazioni utili dal punto di vista metrologico, esplorando in particolare il compromesso tra le informazioni acquisite attraverso i risultati delle misurazioni e la conseguente azione sul sistema nella generazione di entanglement.

DESCRIPTION:

A key aspect of quantum systems is the concept of measurement, which has been integral to both the foundational principles of quantum physics and its practical applications. A central issue in quantum measurement theory concerns the inevitable interplay between the information obtained from measurements and the resulting back-action on the quantum system being observed.

Recently, there has been renewed interest in the impact of quantum measurements, particularly in the study of open quantum many-body systems. This interest arises from the significant role that the interaction between system evolution, environmental interaction, and measurements plays in shaping the entanglement properties of these systems. Notably, the competition between measurement and evolution can lead to new critical phenomena known as measurement-induced phase transitions. These transitions may exhibit correlations that are potentially valuable for sensing applications. The focus of the research is investigating open quantum systems to understand how measurements contribute to the development of metrologically useful correlations, in particular exploring the balance between information gained from measurements and the system's back-action in generating entanglement.

ASSEGNO 3 –“Interazioni atomo-fotone in bagni fotonici Ingegnerizzati”

DESCRIZIONE:

Sebbene un bagno sia più spesso associato all'insorgere di decoerenza, è comunque possibile che, in determinate condizioni, emerga una dinamica unitaria del sistema aperto. In tali casi, il dissipatore della master equation si annulla ed emerge soltanto a una Hamiltoniana effettiva decoherence-free, caratterizzata tipicamente da interazioni coerenti tra i sottosistemi del sistema aperto. Negli ultimi anni si è assistito a un crescente interesse, sia teorico che sperimentale, verso atomi artificiali accoppiati alla bandgap di reticoli fotonici ingegnerizzati. In questo modo è possibile generare Hamiltoniane di spin non banali dove gli atomi implementano i qubit/spin. Il piano di lavoro è sviluppare il primo studio organico di Hamiltoniane decoherence-free di “giant atoms” (ciascuno caratterizzato da un certo



numero di coupling points) interagenti con reticoli fotonici ingegnerizzati. In linea con i tipici approcci utilizzati in tali problemi, prevediamo di adottare il metodo del risolvete che permette un calcolo rapido degli stati bound atomo-fotone. Particolare attenzione sarà rivolta alla configurazione dei punti di accoppiamento, poiché ci si aspetta che, anche in base anche alla struttura del reticolo, possano emergere Hamiltoniane di spin con interessanti proprietà di simmetria e presenza di fasi topologiche.

DESCRIPTION:

While a bath is most often associated with occurrence of decoherence, it is yet possible that under suitable conditions a unitary dynamics of the open system emerges. In such cases, the dissipator of the master equation vanishes and one is left with an effective decoherence-free Hamiltonian typically featuring coherent interactions between the subsystems. Recent years have witnessed a growing interest, both theoretical and experimental, towards artificial atoms coupled to the bandgap of engineered photonic lattices. Non-trivial spin Hamiltonians can be seeded this way with atoms embodying the qubits/spins. The workplan is to carry out the first comprehensive study of decoherence-free Hamiltonians of giant atoms (each featuring a number of coupling points) interacting with engineered photonic lattices. In line with typical approaches used in such problems, we plan to adopt a resolvent method allowing for a prompt computation of atom-photon bound states. Special attention will be devoted to the pattern of coupling points as one can expect that, also depending on the lattice structure, interesting symmetry-based properties and topological phases of the spin Hamiltonian are likely to arise.

Si precisa altresì che il termine di 15 giorni per la presentazione della domanda di ammissione alla procedura selettiva è stato approvato dal Consiglio del Dipartimento di Fisica e Chimica – Emilio Segrè nella seduta n. 07 del 06/09/2024.

Restano invariati tutti gli altri articoli del su riportato avviso.

Il Direttore
(prof. Gioacchino Massimo Palma)