



Appunti di Fisica Teorica

Sesta giornata con la Fisica Teorica a Messina

17 Maggio 2012 ore 9:30
Sala Conferenze (CNR-IPCF, Messina)

Relazioni di apertura:

Sandro Petruccioli

Dipartimento di Scienze Umane, Università dell'Aquila

Alessandro Sergi

School of Chemistry & Physics, University of KwaZulu-Natal, SA

Interverranno:

Giuseppe G. N. Angilella

Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Catania

Giuseppe Mandaglio

Dipartimento di Fisica, Università di Messina

Benedetto Militello

Dipartimento di Fisica, Università di Palermo

Gianmarco Munaò

Dipartimento di Fisica, Università di Roma "La Sapienza"

Comitato organizzatore:

Dino Costa (Dip. di Fisica)

Antonella Iatì (CNR-IPCF)

Onofrio Maragò (CNR-IPCF)

Franz Saija (CNR-IPCF)

Salvatore Savasta (Dip. di Fisica della Materia e Ing. Elett.)

L'evento è realizzato in collaborazione con



In copertina: O. Maragò, “leggiadra suggestione” del pilone di Punta Faro, all’ingresso nord dello Stretto di Messina

PRESENTAZIONE

Giunge alla sua sesta edizione il workshop “Appunti di Fisica Teorica — Una giornata con la Fisica Teorica a Messina”. L’incontro si svolge quest’anno il 17 Maggio, presso la Sala Conferenze dell’Istituto per i Processi Chimico-Fisici del CNR di Messina, con inizio alle ore 9:30. Il workshop fa parte di una serie di giornate di studio dedicate all’approfondimento di tematiche di fisica teorica, ispirate dal desiderio di creare un’occasione di incontro nella comunità dei fisici messinesi, con uno sguardo verso altre sedi, sia isolate che nazionali ed internazionali. Quest’anno la giornata si apre con la relazione del Prof. Petruccioli, ordinario di storia della scienza presso l’Università dell’Aquila, che ci conduce alle origini della teoria atomica. A seguire, il Prof. Angilella, docente presso l’Università di Catania, ci introduce nel mondo affascinante dei quasi cristalli. La mattinata si conclude con l’intervento del Dott. Munaò, giovane fisico messinese presso l’Università di Roma “La Sapienza”, che discute dei processi di aggregazione in fisica della materia condensata soffice. La sessione pomeridiana dei lavori è introdotta dalla relazione del Prof. Sergi, anch’egli fisico di formazione messinese, attualmente presso la School of Chemistry & Physics (University of KwaZulu-Natal, South Africa), che parla di approcci quanto-classici alla simulazione numerica. A seguire, il Dott. Militello dell’Università di Palermo discute dell’effetto Zenone quantistico ed in chiusura il Dott. Mandaglio dell’Università di Messina, che ci introduce alla simulazione di dati sperimentali nella fisica delle particelle.

L’iniziativa è promossa col patrocinio culturale dell’Università di Messina e del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), in collaborazione con l’Istituto per i Processi Chimico-Fisici del CNR e i Dipartimenti di Fisica e Fisica della Materia e Ingegneria Elettronica dell’Università di Messina, con il supporto della Fondazione Bonino-Pulejo. Un sentito ringraziamento va da parte nostra a tutti coloro che hanno dato in questi anni fiducia e supporto alle attività promosse da “Appunti di Fisica” ed a quanti ci hanno sostenuto nelle varie fasi organizzative di questa giornata 2012. Grazie all’intero staff tecnico del CNR-IPCF, ed in particolare a Roberto Caruso, Sandro Grasso e Giuseppe Lupò per avere curato al meglio l’organizzazione tecnico-logistica.

Il successo di questo nostro esperimento di comunicazione scientifica (che ormai dura ininterrottamente da più di sette anni) ci incoraggia a continuare a proporre nuovi appuntamenti e creare nuove occasioni di incontro e dibattito scientifico, nella consapevolezza che ogni passo nella direzione del dialogo rappresenta un momento importante di crescita per una comunità. Questo è lo

spirito che ha sempre motivato “Appunti di Fisica” e che anima anche questa giornata. Invitiamo chiunque voglia saperne di più sulle nostre iniziative a visitare il sito di “Appunti di Fisica”, <http://sites.google.com/site/appuntidifisicamessina>.

APPUNTI DI FISICA

Dino Costa (dino.costa@unime.it)

Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Messina

Antonella Iatì (iati@me.cnr.it)

CNR - Istituto per i Processi Chimico-Fisici sede di Messina

Onofrio Maragò (marago@me.cnr.it)

CNR - Istituto per i Processi Chimico-Fisici sede di Messina

Franz Saija (saija@me.cnr.it)

CNR - Istituto per i Processi Chimico-Fisici sede di Messina

Salvatore Savasta (ssavasta@unime.it)

Dip. di Fisica della Materia e Ingegneria Elettronica, Università di Messina

PROGRAMMA

Sala conferenze, Istituto per i Processi Chimico-Fisici del CNR

- 9:30 — 10:00 Saluti ed introduzione ai lavori
- 10:00 — 10:45 **Sandro Petruccioli**
Alle origini della teoria quantistica dell'atomo
Chair: **Giuseppe Gembillo**
- 10:45 — 11:15 Pausa caffè
- 11:15 — 12:00 **Giuseppe G. N. Angilella**
Tra ordine e disordine: i quasicristalli
- 12:00 — 12:30 **Gianmarco Munaò**
Processi di aggregazione in sistemi colloidali con interazioni fortemente direzionali
- 12:30 — 14:45 Pranzo
- 14:45 — 15:30 **Alessandro Sergi**
Un viaggio nella Terra di Mezzo: approssimazioni della Dinamica Quantistica in una teoria ibrida quanto-classica
- 15:30 — 16:00 **Benedetto Militello**
L'effetto Zenone quantistico: dalle misure ripetute al ruolo della temperatura
- 16:00 — 16:30 **Giuseppe Mandaglio**
Simulazione di dati sperimentali nella fisica delle particelle
- 16:30 — 17:00 Conclusioni

ALLE ORIGINI DELLA TEORIA QUANTISTICA DELL'ATOMO

Sandro Petruccioli

Dipartimento di Scienze Umane, Università dell'Aquila

Nel 1913 Niels Bohr pubblicò sul *Philosophical Magazine* un'ampia memoria in tre parti dal titolo "On the constitution of atoms and molecules" che oltre a rappresentare l'atto di nascita della moderna fisica atomica avrebbe prodotto una rivoluzione concettuale destinata a modificare radicalmente la nostra immagine scientifica della realtà. Affermazioni del genere contengono sempre qualcosa di arbitrario e non di rado si dimostrano delle vere forzature. Nella storia della scienza, anche le rivoluzioni concettuali più radicali non sono mai state momenti di brusca discontinuità, elementi di demarcazione tra un prima e un dopo profondamente distinti. Questo è vero anche nel caso di Bohr e della teoria quantistica dell'atomo. Esiste una tesi, largamente condivisa, secondo la quale il merito maggiore di Bohr fu quello di essere riuscito a coniugare il modello d'atomo nucleare di Ernest Rutherford con l'ipotesi quantistica sull'energia dell'oscillatore armonico formulata da Max Planck nella teoria del corpo nero. Enunciazioni del genere sono presenti, in termini più o meno simili, in qualunque manuale di fisica, magari confinate in una nota a piè di pagina. Ma si tratta di una tesi priva di un solido fondamento storico. O quantomeno è una tesi estremamente riduttiva che non tiene conto delle complesse vicende di cui furono protagonisti Rutherford, Bohr e quanti vennero coinvolti a diverso titolo nella fondazione della fisica atomica. Questo è quanto verrà dimostrato, fornendo una risposta alle seguenti domande: L'atomo nucleare di Rutherford era il modello cui faceva riferimento la maggioranza della comunità scientifica nel momento in cui Bohr iniziò ad impegnarsi nella costruzione di una teoria sulla costituzione degli atomi? Nel corso del 1913, Bohr riuscì davvero a proporre una quantizzazione dell'atomo di Rutherford e a fornire una derivazione teoricamente coerente della formula di Balmer per lo spettro dell'idrogeno?

BIBLIOGRAFIA

Bohr, Niels (1913a), *On the constitution of atoms and molecules*, «Philosophical magazine», 26, pp. 1–25; 476–502; 857–75

Bohr, Niels (1913b), *Om Brintspektret*, «Fysisk Tidsskrift», 12, pp. 97–114; *On the Spectra of hydrogen*, in Bohr, N., *The theory of spectra and the atomic constitution*, Cambridge University Press, Cambridge 1922

- Evans, Evan J. (1913), *The spectra of helium and hydrogen*, «Nature», 92, p. 5
- Heilbron, John L. (1985), *Bohr's first theories of the atom*, in French, A.P. – Kennedy, P.J. (eds.), *Niels Bohr. A centenary volume*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.)
- Heilbron, John L. – Kuhn, Thomas S. (1969), *The genesis of the Bohr atom*, «Historical studies in the physical sciences», 1, pp. 211–90
- Kragh, Helge (2012), *Niels Bohr and the quantum atom: The Bohr model of atomic structure 1913–1925*, Oxford University Press, Oxford
- Kuhn, Thomas S. (1978), *Black-body theory and the quantum discontinuity, 1894–1912*, Oxford University Press, New York [Alle origini della fisica contemporanea. La teoria del corpo nero e la discontinuità quantica, il Mulino, Bologna 1981]
- Nicholson, John W. (1912a), *The constitution of the solar corona*, «Monthly notices of the Royal Astronomical Society», 72, pp. 139–50; 677–93
- Nicholson, John W. (1912b), *The spectrum of nebulium*, «Monthly notices of the Royal Astronomical Society», 72, pp. 49–64
- Petruccioli, Sandro (2006) *Atoms, metaphors and paradoxes. Niels Bohr and the construction of new physics*, Cambridge University Press, Cambridge. [Terza edizione italiana (2012), *Atomi metafore paradossi. Niels Bohr e la costruzione di una nuova fisica*, Le Lettere, Firenze]
- Petruccioli, Sandro (2012), *Correspondence principle versus Planck-type theory* [in corso di pubblicazione]
- Rosenfeld, Léon (1963), *Introduction*, in N. Bohr, *On the constitution of atoms and molecules*, Munksgaard, Copenhagen
- Rutherford, Ernest (1911), *The scattering of α and β particles by matter and the structure of the atom*, «Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society», 55, pp. 18–20
- Rutherford, Ernest (1911), *The scattering of α and β particles by matter and the structure of the atom*, «Philosophical magazine», 21, pp. 669–88

Thomson, Joseph J. (1904), *On the structure of the atom. An investigation of the stability and periods of oscillation of a number of corpuscles arranged at equal intervals around the circumference of a circle; with application of the results to the theory of atomic structure*, «Philosophical magazine», 7, pp. 237–65

Sandro Petruccioli è nato nel 1947, si è laureato in fisica nel 1971 all'Università di Roma. È stato allievo di Ludovico Geymonat. Dal 1989 è professore ordinario di storia della scienza. Ha insegnato prima alla Facoltà di Architettura dell'Università di Reggio Calabria e dal 2005 alla Facoltà di Scienze della Formazione dell'Università dell'Aquila. Dal 1992 al 1999 è stato Preside della Facoltà di Architettura di Reggio Calabria. I suoi studi riguardano le origini della fisica atomica e i fondamenti concettuali e interpretativi della meccanica quantistica. È stato membro del Consiglio scientifico dell'Istituto della Enciclopedia Italiana. È stato direttore dell'opera della Treccani Storia della scienza, in 10 volumi, che nel 2003 ha ottenuto la Médaille Alexandre Koyré dall'Académie Internationale d'Histoire des Sciences.

TRA ORDINE E DISORDINE: I QUASICRISTALLI

Giuseppe G. N. Angilella

Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Catania

Scuola Superiore di Catania, Università di Catania

CNISM, UdR Catania e INFN, Sez. Catania

Fino a circa trent'anni fa era convinzione unanime che soltanto un solido cristallino potesse generare figure di diffrazione discrete. D'altra parte, la cristallografia classica prevede (e classifica) un numero ben preciso di strutture regolari permesse. Una rivoluzione in tal senso è costituita dalla scoperta nel 1984, da parte di Dan Schechtman (Premio Nobel per la Chimica, 2011), dei quasicristalli: reticoli non periodici, ma caratterizzati da strutture deterministiche. Se da un lato la scoperta dei quasicristalli (inizialmente contestata) indusse la stessa International Union of Crystallography a modificare la definizione stessa di “cristallo”, tale scoperta stimolò una notevole attività nel campo della matematica e della fisica teorica. Oggi, forse non a torto, si può pensare ai quasicristalli come ad una nuova fase della materia condensata, caratterizzata da proprietà intermedie (ma del tutto originali) fra quelle dei solidi cristallini e quelle degli amorfi o dei liquidi. In questa breve introduzione da “non esperto”, proverò a convincere che alcune di tali proprietà sono

conseguenza della “ridotta dimensionalità” dei quasicristalli.

Giuseppe G. N. Angilella è associato di Fisica della materia presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania dove insegna, tra l'altro, Struttura della Materia, Teoria dei sistemi di molti corpi, Metodi numerici per la fisica. È altresì docente-tutor presso la Scuola Superiore di Catania, dove ha tenuto gli honour courses di Complementi di Elettrodinamica classica, Statistical Field Theory, Superconductivity and superfluidity. La sua attività di ricerca riguarda aspetti teorici della materia condensata, con particolare riferimento ai sistemi correlati a bassa dimensionalità, ai superconduttori ad alta T_c , ai metalli alcalini sottoposti ad elevate pressioni, e, più recentemente, al grafene. È coordinatore dell'UdR di Catania del CNISM, Chairman dello European High Pressure Research Group, Secretary della Association Internationale pour l'Avancement de la Recherche et de la Technologie aux Hautes Pressions.

PROCESSI DI AGGREGAZIONE IN SISTEMI COLLOIDALI CON INTERAZIONI FORTEMENTE DIREZIONALI

Gianmarco Munaò

Dipartimento di Fisica, Università di Roma “La Sapienza”

Negli ultimi anni si è sviluppato un interesse sempre maggiore per le proprietà dei sistemi colloidali con interazioni fortemente direzionali, principalmente riguardo i processi che ne governano l'aggregazione. Il motivo è che, nonostante la loro semplicità, tali sistemi mostrano spesso caratteristiche fisiche peculiari, che ne influenzano la struttura e la formazione di aggregati così come il diagramma di fase. Un esempio ben noto è dato dalle particelle Janus, largamente studiate sia mediante approcci teorici e simulativi che tramite tecniche sperimentali. Tali colloidi possono essere modellizzati come sfere la cui superficie è divisa in due differenti aree, una sola delle quali sperimenta un'interazione attrattiva. Il rapporto tra l'area di questa regione e l'area totale rappresenta la “coverage” del sistema, che per le particelle Janus è pari al 50%. In questo intervento discuterò alcune delle peculiarità di questi sistemi, presentando il modello di Kern-Frenkel ed estenderò l'analisi a colloidi con coverage inferiori al 50%. Verrà mostrato come, via via che l'interazione viene ridotta, l'aggregazione dia luogo a differenti aggregati che sono strettamente dipendenti dalla componente angolare dell'interazione e che caratterizzano le proprietà strutturali e termodinamiche di tali colloidi.

Gianmarco Munaò ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Fisica nel 2009 presso l'Università

degli Studi di Messina; successivamente ha vinto una borsa di studio presso l'Università di Roma "La Sapienza". Attualmente ricopre il ruolo di assegnista di ricerca presso il medesimo Ateneo. I suoi interessi di ricerca riguardano il campo della fisica dei liquidi e della materia soffice, e in particolar modo l'applicazione di equazioni integrali e metodi di simulazione a tali sistemi.

UN VIAGGIO NELLA TERRA DI MEZZO: APPROSSIMAZIONI DELLA DINAMICA QUANTISTICA IN UNA TEORIA IBRIDA QUANTO-CLASSICA

Alessandro Sergi

School of Chemistry & Physics, University of KwaZulu-Natal, South Africa

La teoria quantistica dei processi nella materia condensata fornisce i concetti necessari per collegare la scala microscopica degli atomi e delle molecole ai domini macroscopici della termodinamica. Si tratta di una vera e propria Terra di Mezzo, regno dei fenomeni complessi, che presta linguaggi e concetti alle discipline tradizionalmente (ed ingiustamente) più popolari, che trattano l'infinitamente piccolo e l'infinitamente grande. I tentativi di costruire un ponte tra le diverse scale della realtà sono effettuati con una tensione intellettuale tra un punto di vista termodinamico-globale ed uno più propriamente riduzionistico della fisica. In maniera quasi sorprendente, tale ponte richiede una descrizione ibrida quanto-classica dei processi naturali. Per illustrare questo punto verranno discussi alcuni formalismi avanzati per il calcolo delle funzioni di correlazione dipendenti dal tempo e delle costanti di reazione chimiche quanto-classiche. Più in generale, si evidenzierà come le problematiche scientifiche della Terra di Mezzo richiedano l'impiego di una logica non-Aristotelica (quale quella fondata da Alfred Korzybski) e tecniche cognitive la cui utilità va ben oltre il campo della fisica, sfociando nel sociale.

Alessandro Sergi è nato il 4 Agosto 1968 a Messina. Ha ricevuto la Laurea in Fisica dall'Università degli Studi di Messina nel 1992 ed ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Fisica nella stessa Università nel 1997. Dal 1997, ha avuto varie posizioni post-dottorali in Dipartimenti di Fisica in Italia e Dipartimenti di Chimica in Canada e Stati Uniti. Nell'agosto del 2007 ha ottenuto una posizione permanente di Senior Lecturer (Prof. Associato) nella School of Physics (adesso "Chemistry and Physics") nel campus di Pietermaritzburg della University of KwaZulu-Natal, in Sud Africa. Alessandro Sergi è un esperto nel campo degli algoritmi di simulazione al computer della dinamica in sistemi quanto-classici e non-Hamiltoniani, per i quali ha sviluppato un formalismo originale basato su delle parentesi algebriche. È co-autore di più di 40 articoli di ricerca (unico autore di 8

di essi) e di 3 capitoli in libri. Attualmente guida un gruppo di ricerca composto da un post-doc, un dottorando e 5 studenti di Masters. Alessandro Sergi ha partecipato come invited speaker a varie conferenze internazionali ed opera come referee per vari giornali ISI nord americani ed europei. Ha ricevuto vari riconoscimenti, tra i quali: nel 2005 il titolo di Cultore della Materia in Fisica della Materia Condensata dall'Università degli Studi di Messina, nel 2008 il rating B3 (ricercatore a livello internazionale) dalla National Research Foundation (NRF) e la connotazione di Emergent Researcher dalla University of KwaZulu-Natal nel Research Report 2008-2009. È membro associato del National Institute of Theoretical Physics (NITHEP), collabora con il Centre for Quantum Technology di Durban ed è membro corrispondente dell'Accademia Peloritana dei Pericolanti.

L'EFFETTO ZENONE QUANTISTICO: DALLE MISURE RIPETUTE AL RUOLO DELLA TEMPERATURA

Benedetto Militello

Dipartimento di Fisica, Università di Palermo

L'effetto Zenone quantistico è un fenomeno che si collega direttamente alle peculiarità dei processi di misura nell'ambito della meccanica quantistica. Nella sua forma originaria, l'effetto Zenone quantistico è prodotto da una serie di misure e dai conseguenti collassi della funzione d'onda: tanto maggiore è la frequenza delle misure, tanto più il sistema viene forzato nello stato iniziale e la sua dinamica viene inibita. In seguito la definizione di effetto Zenone quantistico è stata generalizzata per includere quei casi in cui delle forti interazioni sono capaci di inibire la dinamica libera del sistema. In molti casi tali interazioni possono essere pensate come dei processi di misura, poiché il verificarsi di certi eventi conseguenti a tali interazioni fornisce informazioni circa lo stato del sistema, come nel caso in cui vengano emessi dei fotoni a seguito di un decadimento indotto dall'interazione tra il sistema e l'ambiente. In tale scenario la temperatura gioca anch'essa un ruolo significativo perché può facilitare o contrastare il verificarsi dell'inibizione della dinamica per effetto Zenone, sia nel caso di misure ripetute sia nel caso di forti interazioni e decadimenti.

Benedetto Daniele Militello, nato nel 1975, ha conseguito la Laurea in Fisica nel 2001 e il Dottorato di Ricerca in Fisica nel 2006; dal 2008 è ricercatore presso l'Università di Palermo. I suoi interessi scientifici riguardano, tra l'altro, l'effetto Zenone quantistico, la dinamica di sistemi quantistici aperti e la dinamica di sistemi governati da operatori Hamiltoniani dipendenti dal tempo.

SIMULAZIONE DI DATI SPERIMENTALI NELLA FISICA DELLE PARTICELLE

Giuseppe Mandaglio

Dipartimento di Fisica, Università di Messina

La simulazione dei dati sperimentali nella fisica delle particelle è fondamentale per diverse ragioni, scientifiche ed economiche. I dati simulati sono necessari per testare i programmi di analisi dati e per stimare la loro capacità di discriminare il segnale cercato dai canali concorrenti che rappresentano il fondo. Nei casi in cui non è possibile trovare una variabile cinematica che consenta di discriminare univocamente un dato segnale, i dati simulati opportunamente normalizzati possono essere utilizzati per la sottrazione del fondo. Inoltre lo studio sui dati simulati è uno strumento indispensabile nella preparazione e pubblicazione di qualunque lavoro sperimentale in questo settore della Fisica. L'analisi dei dati simulati è utilizzata inoltre per effettuare studi di fattibilità delle misure da presentare al "Program Advisory Committee" (PAC) di un dato laboratorio/facility per ottenere il "costosissimo" tempo macchina necessario all'esperimento. In questo intervento verrà mostrata la struttura completa di un apparato di simulazione di dati sperimentali nella fisica delle particelle e alcuni esempi pratici dell'utilizzo di questa risorsa.

Giuseppe Mandaglio si è dottorato nel 2007 presso l'Università di Messina, successivamente è stato assegnista e post-doc presso il Dipartimento di Fisica dello stesso Ateneo. Attualmente è il responsabile nazionale per la simulazione nell'esperimento internazionale BGO-OD presso la facility ELSA dell'Università di Bonn; ed è il responsabile locale per l'analisi dei dati per gli esperimenti internazionali GRAAL, BGO-OD (MAMBO) e KLOE-2. Il suo campo di ricerca riguarda lo studio delle risonanze barioniche attraverso la fotoproduzione di mesoni pseudo-scalari e vettoriali, l'investigazione della "fisica del continuo" nella produzione di adroni e leptoni nella annichilazione elettrone-positrone.