

Elenco delle proposte di Tesi di 1^o livello (Versione del 14 Maggio 2007)

Relatore: A.Fasano

DINAMICA DELLE EMULSIONI

Si studia l'evoluzione di un sistema costituito da due fluidi immiscibili in un agitatore. Uno dei liquidi di disperde nell'altro in forma di goccioline. Queste sono soggette a tre tipi di azione:

rottura, coalescenza (un processo sostanzialmente binario) e un processo recentemente introdotto [1] nella modellizzazione delle dispersioni, denominato scattering di volume. Quest'ultimo consiste nella creazione di "gocce virtuali" per coalescenza, il cui volume è eccessivo per la sopravvivenza nel regime di agitazione imposto al sistema, col conseguente decadimento in gocce di volume ammissibile. Il sistema delle gocce è descritto mediante una forma di distribuzione dei volumi. L'equazione di emulsione per tale funzione si deduce da un bilancio simile a quello che conduce all'equazione di Boltzmann nella teoria cinetica.

Il lavoro di tesi consiste nella lettura del materiale citato, limitatamente alla deduzione del modello fisico-matematico, e nella discussione dei risultati, sempre con riferimento al contenuto fisico.

[1] A. Fasano. The dynamics of two-phase liquid dispersion: necessity of a new approach. Milan J. Math. 70 (2002) 245-264

DEPOSIZIONE DI PARAFFINA NEL TRASPORTO IN CONDOTTA DI PETROLI AD ALTO TENORE DI IDROCARBURI PESANTI

I greggi con elevato tenore di idrocarburi pesanti (cere) danno luogo a fenomeni di depositi solidi alle pareti di una condotta quando questa attraversa regioni sufficientemente fredde (tipico esempio: condotte sottomarine). Questo fenomeno è causato dalla migrazione delle cere in soluzione a causa del gradiente di concentrazione indotto dal gradiente termico radiale. Su tratti di condotta abbastanza brevi da poter trascurare la dipendenza di alcune grandezze in gioco (spessore del deposito in crescita, temperatura esterna, ecc.) dalla coordinata longitudinale, si possono scrivere delle semplici equazioni ordinarie che regolano l'evoluzione della temperatura e del deposito, quando il regime di flusso è turbolento.

Il lavoro di tesi consiste nella lettura del materiale citato, limitatamente alla deduzione del modello fisico-matematico, e nella discussione dei risultati, sempre con riferimento al contenuto fisico.

Riferimenti: parti del rapporto in possesso di Enitecnologie, previo permesso della compagnia.

MODELLIZZAZIONE CRESCITE TUMORALI

Bisogna ricavare una finestra molto precisa, perché l'argomento è vasto e difficile. Un argomento abordabile e allo stesso tempo interessante è quello del tracciamento radioattivo delle cellule proliferanti. Il modello viene costruito ripartendo le cellule in compartimenti di età a seconda della fase del ciclo che stanno attraversando. Ne viene un sistema di equazioni differenziali ordinarie.

Il lavoro di tesi consiste nella lettura del materiale citato, limitatamente alla deduzione del modello fisico-matematico, e nella discussione dei risultati, sempre con riferimento al contenuto fisico.

Riferimenti: A. Bertuzzi, A. Fasano, A. Gandolfi, D. Marangi. Cell kinetics in tumour cords studied by a model with variable cell cycle length. Math. Biosci. 177 & 178 (2002) 103-125

REAZIONI VINCOLARI GENERALIZZATE

I vincoli non lisci e/o non olonomi forniscono reazioni non immediatamente trattabili nello schema lagrangiano. In un interessante lavoro [1] si propone una elegante ed efficiente teoria, che parte da una opportuna decomposizione delle reazioni vincolari per comprendere su quale parte di esse è consentito

fare delle ipotesi costitutive e quali sono invece determinate dalle equazioni di moto, cui si può dare una forma lagrangiana. La tesi offre la possibilità di dare uno sguardo a teorie molto classiche sui vincoli, generalmente non trattate nei corsi di Meccanica per mancanza di tempo.

[1] O.M. O'Reilly, A.R. Srinivasa. On a decomposition of generalized constraint forces. Proc. Roy. Soc. Lond. A (2001) 457, 1307-1313.

Relatore: Raffaello D'Alessandro

Titolo della Tesi: Misura di efficienza di collezione di carica in diodi al silicio.

Breve illustrazione dell'argomento:

Nella fisica sperimentale delle alte energie, e' previsto l'impiego di rivelatori al silicio "modificati" in alcuni parametri rispetto ai rivelatori tradizionali.

Queste modifiche spaziano dal tipo di disegno geometrico, al substrato usato per la fabbricazione. Uno dei criteri per valutare la qualita' dei rivelatori in questione e' la loro efficienza di raccolta di carica elettrica che viene rilasciata al passaggio di una particella ionizzante. Il lavoro consiste nella misura di questa efficienza per alcuni campioni utilizzando le attrezzature a disposizione del laboratorio per lo studio dei rivelatori e le Clean Rooms presso l'INFN di Firenze.

Bibliografia di base: Glenn Knoll - Radiation detection and measurement.

Titolo della Tesi: Misura di efficienza di collezione di carica in rivelatori al diamante.

Breve illustrazione dell'argomento:

Il lavoro e' analogo al precedente. Anche il diamante viene studiato attivamente come materiale "promettente" per la costruzione dei nuovi rivelatori di particelle.

Bibliografia di base: Glenn Knoll - Radiation detection and measurement.

Titolo della Tesi: Caratterizzazione di rivelatori al silicio.

Breve illustrazione dell'argomento:

Nella fisica sperimentale delle alte energie, e' previsto l'impiego di rivelatori al silicio "modificati" in alcuni parametri rispetto ai rivelatori tradizionali.

Queste modifiche spaziano dal tipo di disegno geometrico, al substrato usato per la fabbricazione. Conseguentemente variano alcuni parametri caratteristici, quali corrente inversa, tensione di svuotamento, ecc. Il lavoro consiste nella caratterizzazione dei campioni, utilizzando le attrezzature a disposizione del laboratorio per lo studio dei rivelatori e le Clean Rooms presso l'INFN di Firenze.

Bibliografia di base: Glenn Knoll - Radiation detection and measurement.

RELATORE: R. Casalbuoni

TITOLO: Effetto Aharonov-Bohm

DESCRIZIONE: In fisica classica il moto di una particella in un campo elettromagnetico e' completamente determinato dai campi elettrici e magnetici. La situazione e' diversa in meccanica quantistica dove la fase della funzione d'onda dipende dai potenziali di gauge con effetti osservabili. La tesi dovra' contenere una discussione teorica dell'effetto e la descrizione di un esperimento che lo metta in luce.

BIBLIOGRAFIA:

Sakurai, Advanced Quantum Mechanics,

R.G. Chambers, Phys. Rev. Lett. 5 (1960) 3

(in questo articolo si trova anche la citazione al lavoro originale di Aharonov e Bohm, Nuovo Cimento 1959)

TITOLO: Seconda quantizzazione e superfluidita'

DESCRIZIONE: La superfluidita' e' la proprieta' dell'elio liquido a basse temperature che lo fa scorrere nei capillari senza attrito. Il problema si puo' trattare usando il formalismo della seconda quantizzazione di un sistema di bosoni. Nella tesi e' richiesto uno studio del formalismo e la trattazione del fenomeno della superfluidita'.

BIBLIOGRAFIA:

L.D. Landau, Fisica Statistica, Parte II,
G. Nardulli, Meccanica Quantistica II, Applicazioni, ed. Angelini

TITOLO: Oscillazioni K0-Anti-K0

DESCRIZIONE: Il fenomeno delle oscillazioni nei mesoni neutri K0 e anti-K0 e' un caso particolarmente interessante di oscillazioni in un sistema a due livelli, altri esempi sono la molecola di ammoniaca od i neutrini con massa. Si richiede una descrizione teorica del fenomeno e le possibili osservazioni sperimentali.

BIBLIOGRAFIA:

G. Nardulli, Meccanica Quantistica II, Applicazioni, ed. Angelini,
L.B. Okun, Leptoni e quarks, Editori Riuniti.

RELATORE: A. Cappelli (INFN), CORRELATORE: M. Ciafaloni

TITOLO: Livelli di Landau nel piano noncommutativo

BREVE DESCRIZIONE DELL'ARGOMENTO:

Studio dei livelli energetici per una particella carica in un campo magnetico uniforme.

BIBLIOGRAFIA

A Cappelli, C A. Trugenberger, G R. Zemba
INFINITE SYMMETRY IN THE QUANTUM HALL EFFECT.
Published in Nucl.Phys.B396:465-490,1993
e-Print Archive: hep-th/9206027

V.P. Nair, A.P. Polychronakos
QUANTUM MECHANICS ON THE NONCOMMUTATIVE PLANE AND SPHERE.
Published in Phys.Lett.B505:267-274,2001
e-Print Archive: hep-th/0011172

RELATORE: G.Poggi

TITOLO: Correzione alla vita media del muone negativo, dovuta al processo di cattura da parte del nucleo

DESCRIZIONE:La vita media della miscela di muoni positivi e negativi presente nei raggi cosmici secondari sulla superficie terrestre e' influenzata dalla reazione di cattura dei muoni negativi da parte del nucleo atomico, che segue alla formazione di atomi mesici. Lo studente dovrebbe compiere la misura della vita media impiegando la strumentazione disponibile nel Laboratorio di Esperimentazioni III A e poi valutare, sulla base delle sezioni d'urto di cattura note e della formula stechiometrica del rivelatore, le correzioni da apportare al valore misurato.

BIBLIOGRAFIA:

J.C.Sens Phys.Rev 113 (1959) 679,
T.Suzuki et al, Phys.Rev. C35 (1987) 2212

TITOLO: La misura dell'elicita' del neutrino (esperimento di Goldhaber, Grodzins e Sunyar)

DESCRIZIONE: si tratta di una tesi di tipo compilativo nella quale si esamina il classico esperimento effettuato verso la fine degli anni 50 e si discutono eventuali, possibili affinamenti nella misura, alla luce degli sviluppi delle tecniche spettroscopiche.

BIBLIOGRAFIA:

M.Goldhaber, L.Grodzins a A.W.Sunyar Phys.Rev 109 (1958) 1015

TITOLO: Studio della valutazione dell'errore statistico di misura per un fit di un istogramma, al variare del raggruppamento.

DESCRIZIONE: il problema consiste nello studio della ottimizzazione della larghezza dei canali di un istogramma, allo scopo di ridurre gli errori statistici nella determinazione dei parametri ottenuti dal fit dei dati sperimentali. Il lavoro consiste in uno studio preliminare del problema, anche con tecniche MonteCarlo; quindi si devono compiere le misure sperimentali che possono consistere nella acquisizione dei dati del decadimento dei muoni dei raggi cosmici secondari, partendo con la dispersione massima possibile; successivamente, in funzione del raggruppamento di volta in volta effettuato, si tratta di determinare la vita media estraendola dall'istogramma mediante un fit di minimi quadrati. Si confronta il risultato ottenuto (in particolare la stima della vita media e del suo errore) con quanto atteso sulla base della analisi teorica svolta precedentemente.

BIBLIOGRAFIA:

Kendall's Advanced Theory of Statistics 6th Ed.

"Classical Inference and the Linear Model" ARNOLD (1999) Ch.25

RELATORI: G.Poggi / A.Stefanini

TITOLO: Determinazione sperimentale dell'inquinamento radioattivo residuo di ^{137}Cs dovuto all'incidente del reattore n.4 di Chernobyl.

DESCRIZIONE: si tratta di predisporre una catena di misura di radioattività gamma, di valutarne la efficienza e di impiegarla per la misura della radioattività del ^{137}Cs in campioni di terreno ottenuti per carotaggio.

BIBLIOGRAFIA:

G.Knoll "Radiation Detection and Measurements"

WILEY (2000) per la documentazione sulle tecniche di base.

TITOLO: Misura degli spessori morti nella faccia di ingresso di un rivelatore al Silicio

DESCRIZIONE: Bombardando un rivelatore al Silicio con particelle alpha, misurando l'energia che queste depositano nel rivelatore e confrontandola con la loro energia iniziale nota, è possibile determinare l'entità dello spessore morto che precede la parte sensibile del rivelatore. Lo studente deve predisporre e tarare il semplice apparato di misura, compiere le misure ed analizzare i dati raccolti.

BIBLIOGRAFIA:

G.Knoll "Radiation Detection and Measurements" WILEY

(2000) per la documentazione sulle tecniche di base.

Relatore: S. De Curtis (INFN), Correlatore: R. Casalbuoni

Titolo: "Path Integral" in meccanica quantistica

Introduzione alla formulazione di Feynman della meccanica quantistica in termini di "path integrals" (somme sui cammini).

Valutazione esplicita di semplici "path integrals": particella libera, oscillatore armonico, hamiltoniane quadratiche nelle variabili d'impulso.

Equivalenza tra la formulazione di Feynman e quella di Schroedinger.

Path integral per fermioni (facoltativo).

Bibliografia:

R.P.Feynman and A.R.Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals, McGraw-Hill Book Company. Capitoli 1,2,3.

R.Shankar, Principles of Quantum Mechanics, Plenum Press, New York London Capitoli 8, 21.

J.Zinn-Justin, Quantum field theory and Critical Phenomena, Clarendon Press, Oxford. Capitoli 1,2.

Relatore: M.Ciafaloni

1) SCATTERING COULOMBIANO (O GRAVITAZIONALE) IN APPROSSIMAZIONE ICONALE

ARGOMENTO: L'approssimazione semiclassica della Meccanica Quantistica descrive bene lo scattering Coulombiano per $e(1) e(2) \gg h c$, dando conto sia della formula di Rutherford, sia della fase.

[E' possibile l'estensione al caso gravitazionale per $G E(1)E(2) \gg hc$, dove rende conto della deflessione della luce di Einstein].

BIBLIOGRAFIA:

Landau - Lifshitz: Meccanica Quantistica (approssimazione semiclassica); Uno o due lavori originali (Jackson,[t Hooff])

2) TEOREMA DI LEE E NAUENBERG PER LE TRANSIZIONI FRA STATI DEGENERI

ARGOMENTO: Stati iniziali e finali di elevata degenerazione danno luogo a divergenze delle probabilita' di transizione. Il teorema KLN (nella versione di Lee e Nauenberg) e' una argomentazione generale di meccanica quantistica che spiega come le osservabili fisiche mediate siano in realta' finite, con cancellazione delle divergenze suddette. [L'osservazione e' importante per l'irraggiamento infrarosso].

BIBLIOGRAFIA:

Manuali di Meccanica quantistica sulle transizioni in teoria delle perturbazioni; Lavoro originale di Lee e Nauenberg.

Relatore : B. Mosconi

Titolo: Decadimento gamma

In alternativa : teoria classica della radiazione multipolare elettromagnetica emessa da un nucleo e transizione alla meccanica quantistica, a` la Blatt - Weisskopf;

oppure: quantizzazione non covariante del campo elettromagnetico, sviluppo multipolare della interazione campo elettromagnetico - nucleo.

Regole di selezione per le transizioni multipolari elettriche e magnetiche. Stime di Weisskopf per le transizioni di particella singola. Cariche efficaci.

Referenze

Blatt e Weisskopf ,Theoretical Nuclear Physics, Wiley

Shankar,Principles of Quantum Mechanics, Plenum Press

Eisenberg e Greiner, Nuclear Theory, Vol.2, North-Holland

deShalit e Feshbach, Theoretical Nuclear Physics,Wiley

Titolo :Teoria classica del potenziale NN

Teoria classica dei campi.Lagrangiana di interazione di un nucleone con un campo scalare e pseudoscalare. Derivazione del potenziale di Yukawa e del potenziale di scambio di un pione.

Generalizzazione all'interazione OPE simmetrica di isospin. Cenni alla teoria mesonica del potenziale NN.

Referenze

Goldstein, Classical Mechanics, Addison-Wesley

Sakurai, Advanced Quantum Mechanics, Addison-Wesley

Eisenberg e Greiner, Nuclear Theory, Vol.3, North-Holland

Relatori : B. Mosconi o M. Rosa-Clot

Titolo : Interazione tensoriale NN

Proprietà dell'operatore tensoriale. Autovalori e autofunzioni. Sistema di equazioni radiali accoppiate per il potenziale NN. Caso dello stato legato per il potenziale OPE. Caso degli stati di scattering : sfasamenti e parametro di accoppiamento.

Referenze

Messiah, Mécanique Quantique, Dunod
Eisenberg e Greiner, Nuclear Theory, Vol.3, North-Holland
Ericson e Rosa-Clot, Ann.Rev.Nucl.Sci. 35,271,1985.

Relatore: Cecilia Gambi

Titolo della tesi:

Misura del coefficiente di diffusione di particelle di dimensioni nanometriche disperse in un liquido, tramite luce laser.

L'interazione radiazione materia è alla base dello studio proposto. La luce laser coerente interagisce con le particelle e con il liquido in cui le particelle sono disperse, producendo luce diffusa da parte del mezzo materiale in esame. Lo studio della luce diffusa fornisce informazioni sulla struttura interna del materiale studiato, in particolare può fornire dimensione e forma delle particelle e definire il tipo di interazione fra le particelle. Questa indagine viene effettuata analizzando la luce diffusa ai vari angoli in modo "dinamico" cioè analizzando le fluttuazioni luminose prodotte dal moto Browniano delle particelle.

Bibliografia di base:

Elettromagnetismo, Meccanica Statistica (di base)
Struttura della Materia (di base).

Relatori: P.G.Bizzeti / A.M. Bizzeti-Sona

Titolo: Transizioni di fase tra forme nucleari con diverso carattere di simmetria.

Descrizione: Al confine fra regioni di nuclei caratterizzati da diversa forma geometrica, si osserva una rapida variazione delle proprietà nucleari in funzione del numero di neutroni (per gli isotopi di un elemento) o del numero di protoni (in una catena di isotoni). Recenti lavori di Iachello hanno messo in luce nuove simmetrie dinamiche corrispondenti al punto critico di queste transizioni di fase. Si richiede di raccogliere i dati sperimentali più recenti sui nuclei di una regione di transizione di fase e illustrare un confronto fra questi e le previsioni teoriche.

Bibliografia: D.Tonev et al., Phys. Rev. C69, 034334 (2004) e lavori ivi citati.

Relatore G.Longhi

Titolo: L'effetto Sagnac.

Breve illustrazione: l'effetto Sagnac fu osservato per la prima volta da M.G.Sagnac nel 1913 e consiste nello sfasamento dovuto all'interferenza di due raggi di luce, che si propagano in direzioni opposte lungo il bordo di una piattaforma ruotante. Ciò corrisponde ad una differenza nei tempi di ritorno al punto di partenza dei due raggi di luce, che dipende dalla velocità angolare della piattaforma.

L'effetto è in parte relativistico e può essere discusso e spiegato in termini di relatività speciale. E' utilizzato in varie applicazioni, come per esempio nei laser rings, che vengono usati, tra l'altro, per misurare con precisione la velocità di rotazione terrestre.

Di questo effetto va anche tenuto conto nella progettazione dei sistemi di localizzazione tipo il GPS (Global Positioning System) e in tutte le misure di tempo terrestri di precisione.

La tesi dovrà contenere un'esposizione chiara dell'argomento ed un'illustrazione delle sue applicazioni.

Bibliografia essenziale:

- M.G.Sagnac, C.R.Acad.Sci.Paris, 157, 708,1410 (1913).

-G.Rizzi, M.L.Ruggiero (editori), "Relativity in Rotating Frames", Kluwer Academic Publishers (2003).

Titolo: La precessione di Thomas e le sue applicazioni.

Breve illustrazione: la precessione di Thomas deve il suo nome a L.H.Thomas, che nel 1927 mostrò che il termine di spin-orbita nell'atomo d'idrogeno era in parte dovuto alla cinematica relativistica dell'elettrone.

In breve, si tratta di una rotazione dovuta alla combinazione di due trasformazioni di Lorentz non collineari.

Questo argomento si presta ad un'applicazione degli argomenti trattati nel corso di relatività (secondo anno) e in quello di Applicazioni di meccanica quantistica (terzo anno).

La tesi dovrà contenere un'esposizione chiara dell'argomento e una illustrazione delle sue applicazioni.

Bibliografia essenziale:

L.H.Thomas, Phil.Mag., 3, 1 (1927).

J.D.Jackson, "Classical Electrodynamics", Wiley 1995.

C.W.Misner, K.S.Thorne and J.A.Wheeler, "Gravitation", Freeman and Co., 1970.

Relatore: V.Tognetti

Titolo: Transizioni di fase quantistiche nel magnetismo.

A temperatura zero (o comunque molto bassa) siamo interessati solo allo stato fondamentale degli spin che producono l'ordine magnetico.

A causa delle fluttuazioni quantistiche questo stato fondamentale può cambiare al variare di un parametro esterno od interno. Ad esempio un sistema antiferromagnetico a cui si applica un campo magnetico esterno oppure un sistema antiferromagnetico in cui si introducono impurezze. Esiste dunque un valore critico di questo parametro e nell'intorno di esso si hanno andamenti a legge di potenza con esponenti universali (critici).

Tesi compilativa: leggere e riunire gli ultimi articoli su questo argomento con uno studio precedente delle transizioni di fase.

Applicazioni anche a sistemi di condensati su reticoli ottici.

Titolo: Termodinamica quantistica ed integrali funzionali.

Tesi compilativa sui vari metodi di rappresentare la funzione di partizione tramite integrale funzionale.

Metodo di calcolo approssimato basato sul metodo variazionale.

Metodo numerico: Monte Carlo Quantistico.

Titolo: RISONANZA MAGNETICA E CALCOLO QUANTISTICO

Conoscenze pregresse: Meccanica quantistica e struttura della materia del terzo anno.

Recentemente la risonanza magnetica si e' rivelata molto importante per la realizzazione di QUBIT (digit quantistico), sia in NMR che in EPR. Quest'ultima e' divenuta di attualità tramite il fullerene.

Si tratta di studiare il comportamento risonante impulsato per realizzare i QUBIT.

Libro di riferimento:

Quantum Computing J.Stolze and D.Suter

Altri libri per NMR ed EPR:

Kittel Introduction to solid state physics

Nielsen and Chung Quantum information

Relatore: G.Spina (Dipartimento di Fisica stanza 223 - tel.0554572285- Email spina@fi.infn.it)

Tesi sperimentale: Determinazione quantitativa di composti di Fe(II) e Fe(III) presenti in marmi.

Si tratta di raccogliere spettri Mössbauer da temperatura ambiente fino a quella dell'elio liquido su un campione del materiale. Gli spettri consistono nella sovrapposizione dei sottospettri corrispondenti ai due gradi di ossidazione del ferro. Le quantità di Fe(II) e F(III) sono legate alle aree di assorbimento dei rispettivi sottospettri.

Competenze acquisite spendibili anche in altri settori di ricerca.

Acquisizione di conoscenze di criogenia, utili in quanto molte attività sperimentali implicano l'esecuzione di misure a bassa temperatura.

Tesi compilativa: Studio del rilassamento superparamagnetico in nanoparticelle ferromagnetiche.

Se le dimensioni delle particelle sono inferiori ad un caratteristico valore critico (dell'ordine di 100 Å), esse costituiscono un singolo dominio magnetico in cui la magnetizzazione spontanea è diretta lungo uno degli assi di facile magnetizzazione. Poiché l'energia magnetica è proporzionale al volume della particella, se questa ha piccole dimensioni, l'energia magnetica può essere comparabile o inferiore alla energia termica. In queste condizioni la magnetizzazione può cambiare bruscamente in modo casuale passando da una direzione ad un'altra possibile. La frequenza di queste fluttuazioni può essere determinata in funzione della temperatura dall'evoluzione degli spettri Mössbauer.

Competenze acquisite spendibili anche in altri settori di ricerca.

Nello studio di sistemi complessi, in quanto intervengono processi di tipo stocastico, si fa ricorso a formalismi analoghi a quelli utilizzati.

Relatore: Marco Ademollo

Sono disponibili alcune tesi su argomenti trattati nel corso di "Applicazioni di Meccanica Quantistica" o altri argomenti collegati.

Un elenco di possibili argomenti è il seguente.

- Il paradosso di Einstein-Podolski-Rosen e la disuguaglianza di Bell.
- Struttura fine e/o iperfine dell'idrogeno.
- L'effetto Hall quantistico.
- Trasformazioni adiabatiche e fase di Berry.
- Il legame chimico in una molecola biatomica.

Relatore: Lapo Casetti

argomenti di meccanica statistica:

DINAMICA DI UNA TRANSIZIONE DI FASE CON ROTTURA DI SIMMETRIA

Le transizioni di fase vengono studiate normalmente nell'ambito della meccanica statistica di equilibrio, senza considerare il ruolo della dinamica e quindi delle scale di tempo di osservazione. Tuttavia la dinamica fornisce il contesto ideale nel quale comprendere il meccanismo fisico che sta alla base di una

transizione di fase con rottura di simmetria: il ruolo del limite termodinamico, poi, emerge in modo molto chiaro.

Il lavoro di tesi consiste in una rassegna dei concetti teorici di base relativi alle transizioni di fase con rottura della simmetria, e poi nello studio tramite simulazioni numeriche di dinamica molecolare di un esempio concreto: si metterà in evidenza come le scale di tempo di osservazione giochino un ruolo fondamentale, al pari del numero di gradi di libertà del sistema.

Prerequisiti: meccanica statistica; elementi di calcolo numerico e programmazione in Fortran o C (i codici per le simulazioni sono già disponibili e il lavoro di programmazione può anche essere molto limitato).

Bibliografia:

- K. Huang, "Statistical mechanics" (Wiley) [esiste anche in traduzione italiana edito da Zanichelli]
- L. Peliti, "Appunti di meccanica statistica" (Boringhieri)
- G. Parisi, "Statistical Field Theory" (Perseus Books) [testo molto avanzato]

SIMULAZIONE NUMERICA DI POLIMERI SU RETICOLO

Il modello più semplice di un polimero è un cammino aleatorio che non si autointerseca (self-avoiding random walk, SAW) su un reticolo. Questo modello descrive molto bene le proprietà di lunghi polimeri in un "buon" solvente. Se invece il solvente diventa "cattivo" (il che accade ad esempio a temperature abbastanza basse) i polimeri tendono ad assumere configurazioni compatte. Questo comportamento può essere descritto aggiungendo al semplice modello del cammino aleatorio delle interazioni attrattive fra monomeri non consecutivi: quando la temperatura è inferiore a una soglia critica il polimero si ripiega in configurazioni compatte.

Il lavoro di tesi consiste nella simulazione numerica di tali modelli di polimeri tramite tecniche MonteCarlo, allo scopo di osservare la transizione di fase fra configurazioni prevalentemente estese e configurazioni prevalentemente compatte (transizione "theta"); si metteranno poi in evidenza le difficoltà che i metodi MonteCarlo incontrano nel simulare questi sistemi nella fase compatta quando il numero di monomeri è abbastanza grande, provando eventualmente ad implementare metodi più raffinati.

Prerequisiti: meccanica statistica; elementi di calcolo numerico e programmazione in Fortran o C (i codici per le simulazioni sono già disponibili e il lavoro di programmazione può anche essere molto limitato).

Bibliografia:

- L. Peliti, "Appunti di meccanica statistica" (Boringhieri)
- C. Vanderzande, "Lattice Models of Polymers" (Cambridge)
- A. D. Sokal, "Monte Carlo Methods for the Self-Avoiding Walk", arXiv:hep-lat/9405016

TRANSIZIONI DI FASE IN APPROSSIMAZIONE DI CAMPO MEDIO

L'approssimazione di campo medio è la più utilizzata quando si vuole studiare per mezzo della meccanica statistica di equilibrio un sistema per il quale non è possibile calcolare esattamente la funzione di partizione. Esistono varie formulazioni di questa approssimazione, tuttavia tutte consistono di fatto nel trovare un modo di ridurre un sistema di N particelle interagenti ad un sistema "efficace" di particelle non interagenti, per le quali è sempre possibile calcolare la funzione di partizione (almeno numericamente, nel caso peggiore). Si tratta dell'approssimazione più semplice per studiare le transizioni di fase. Il lavoro di tesi consiste in una discussione critica di questa approssimazione e dei suoi limiti in generale, e poi nello studio di un esempio particolare (a scelta fra vari possibili) nel quale l'approssimazione di campo medio è esatta nel limite termodinamico.

Prerequisiti: meccanica statistica; nel caso si voglia studiare un esempio non risolubile analiticamente, è utile conoscere l'uso di programmi di calcolo come Mathematica o Matlab o avere qualche esperienza di programmazione.

Bibliografia:

- L. Peliti, "Appunti di meccanica statistica" (Boringhieri)
- K. Huang, "Statistical mechanics" (Wiley) [esiste anche in traduzione italiana edito da Zanichelli]

UN MODELLO "GIOCATTOLO" DI UNA TRANSIZIONE DI FASE

In un sistema descritto da un insieme statistico canonico (a temperatura costante) una transizione di fase è possibile solo in un sistema composto da un numero infinito di particelle. Tuttavia ciò non è più vero se si considera un sistema in cui l'energia è costante, cioè quando l'insieme statistico appropriato è quello microcanonico. In questo caso si possono avere esempi di transizioni di fase anche con sistemi piccoli, perfino con un solo grado di libertà. Tali esempi hanno moltissime caratteristiche in comune con le "normali" transizioni di fase, anche se il sistema è quanto più possibile lontano dal limite termodinamico. Il lavoro di tesi consiste nel discutere le proprietà di uno, o più, di questi esempi e nell'inquadrare criticamente i risultati.

Prerequisiti: meccanica statistica.

Bibliografia:

- L. Peliti, "Appunti di meccanica statistica" (Boringhieri)
- K. Huang, "Statistical mechanics" (Wiley) [esiste anche in traduzione italiana edito da Zanichelli]

DINAMICA E MECCANICA STATISTICA DI SISTEMI CON INTERAZIONI GRAVITAZIONALI

I sistemi di particelle che interagiscono fra loro mediante forze a lungo raggio hanno un comportamento "non termodinamico": il loro stato di equilibrio non è uno stato omogeneo, e se le forze sono attrattive (come nel caso gravitazionale) tendono a formare aggregati molto densi separati da regioni pressoché vuote. Del resto le osservazioni astronomiche ci dicono che la materia nell'universo non è distribuita in modo omogeneo -- almeno su scale di distanza inferiori a quelle degli ammassi di galassie -- ma forma aggregati densi (stelle, sistemi planetari, ammassi globulari, galassie, ammassi di galassie) separati da regioni a densità molto bassa.

La meccanica statistica di equilibrio prevede proprio un comportamento di questo tipo, nonché la possibilità di transizioni di fase tra un regime disomogeneo e uno omogeneo, anche se non è possibile risolvere esattamente il problema nel caso di un modello "realistico" e quindi ci si deve affidare a modelli molto semplificati o a simulazioni numeriche, sia di equilibrio (MonteCarlo) che di tipo dinamico, ovvero nelle quali si fa evolvere il sistema risolvendone le equazioni classiche del moto. Il lavoro di tesi può essere sia del tutto compilativo, e consistere in una discussione critica dei risultati che si possono trovare in letteratura, oppure può contenere anche una parte di simulazione numerica di un modello particolare (in tal caso alcuni codici per la simulazione sono già disponibili).

Prerequisiti: meccanica statistica, meccanica analitica (nel caso si voglia studiare un modello tramite simulazione, è utile la conoscenza di elementi di calcolo numerico e programmazione in Fortran o C).

Bibliografia:

- T. Padmanabhan, "Statistical mechanics of gravitating systems", Physics Reports 188, 285-362 (1990)

argomento di teoria dei sistemi dinamici:

MAPPE DELL'INTERVALLO COME SISTEMI DINAMICI

Le mappe dell'intervallo sono l'esempio più semplice di sistema dinamico: si tratta di sistemi a tempo discreto in cui a ogni iterazione un punto dell'intervallo $[0,1]$ viene mappato in un altro punto dello stesso intervallo. Nonostante la loro semplicità, le mappe dell'intervallo possono mostrare comportamenti dinamici ricchissimi: orbite periodiche, vari tipi di attrattori, e perfino una dinamica caotica, ovvero completamente imprevedibile, nonostante sia del tutto deterministica. Il lavoro di tesi consiste in una rassegna dei risultati noti e nello studio al calcolatore di un esempio particolare.

Prerequisiti: analisi, elementi di programmazione in FORTRAN o C.

Bibliografia:

- E. Ott, "Chaos in dynamical systems" (Cambridge)

Relatore: L. Lusanna (INFN), Correlatore: G. Tino

Titolo: Correzioni relativistiche al tempo di volo di segnali elettromagnetici tra un satellite ed una stazione a terra.

Descrizione: Nel 2006 il progetto ACES dell'ESA [1] prevede di collocare un orologio ad alta precisione sulla stazione spaziale e di tentare di sincronizzarlo con orologi simili a terra (uno sarà a Firenze al Lens) mediante segnali radar. Ciò richiede un calcolo del tempo di volo del segnale all'ordine $1/c^3$ [2]. La tesi dovrà fare una rassegna della cinematica relativistica necessaria tenendo conto delle convenzioni astronomiche IAU [3] e della trattazione relativistica del problema della simultaneità [4].

Bibliografia

[1] A.Spallucci, A.Brillet, G.Busca, G.Catastini, I.Pinto, I.Roxburgh, C.Salomon, M.Soffel and C.Veillet,

Experiments on Fundamental Physics on the Space Station,
Class.Quant.Grav. 14, 2971 (1997).

P.Lemonde, P.Laurent, G.Santarelli, M.Abgrall, Y.Sortais, S.Bize, C.Nicolas, S.Zhang, A.Clairon, N.Dimarq, P.Petit, A.Mann, A.Luiten, S.Chang and C.Salomon,

Cold Atom Clocks on Earth and Space,

in Frequency Measurement and Control, Advanced Techniques and Future Trends, ed.A.N.Luiten (Springer, Berlin, 2001).

[2] L.Blanchet, C.Salomon, P.Teyssandier and P.Wolf,

Relativistic Theory for Time and Frequency Transfer to Order $1/c^3$,

Astron.Astrophys. 370, 320 (2000).

T.B.Bahder,

Fermi Coordinates of an Observer Moving in a Circle in Minkowski Space: Apparent Behaviour of Clocks (gr-qc/9811009);

Navigation in Curved Space-Time, Am.J.Phys. 69, 315 (2001);

Relativity of GPS Measurement (gr-qc/0306076).

[3] M.Soffel, S.A.Klioner, G.Petit, P.Wolf, S.M.Kopeikin, P.Bretagnon, V.A.Brumberg, N.Capitaine, T.Damour, T.Fukushima, B.Guinot, T.Huang, L.Lindgren, C.Ma, K.Nordtvedt, J.Ries, P.K.Seidelmann, D.Vokroulicky', C.Will and Ch.Xu,

The IAU 2000 Resolutions for Astrometry, Celestial Mechanics and Metrology in the Relativistic

Framework: Explanatory Supplement (astro-ph/0303376).

[4] D.Alba and L.Lusanna,

Simultaneity, Radar 4-Coordinates and the 3+1 Point of View about Accelerated Observers in Special Relativity (gr-qc/0311058).

Relatore: M.Gurioli

Tesi compilativa:

Titolo: "Laser a punti quantici"

Un tipico laser a semiconduttore è formato da una giunzione pn polarizzata direttamente, con le due zone p e n molto drogate. La condizione di inversione di popolazione viene ottenuta nella regione di svuotamento dove si ha la maggior sovrapposizione tra elettroni e lacune. Recentemente vari tipi di eterostrutture sono state realizzate allo scopo di facilitare il confinamento degli elettroni e lacune che devono ricombinare attraverso processi di emissione stimolata. Fra queste i punti quantici offrono le migliori caratteristiche di corrente di soglia e stabilità termica del dispositivo. La tesi consisterà nello studio della letteratura scientifica e nella discussione dei vantaggi e delle peculiarità di tale dispositivo.

Referenze

Y. Arakawa and H. Sakaki, Appl. Phys. Lett. 40, 931 (1982)
D. Bimberg, N. Ledentsov J. Phys.: Cond. Mat. 15, R1063, 2003.
M. Grundmann and D. Bimberg, Jpn. J. Appl. Phys. 36, 4181, 1997.

Tesi sperimentale:

Titolo: Determinazione sperimentale della legge di Varshni

Il più rilevante parametro dei materiali semiconduttori è il valore dell'intervallo di energia proibita (band gap) fra la banda di conduzione e la banda di valenza. Tale parametro dipende dalla temperatura in conseguenza della dilatazione termica e dell'interazione elettrone-fonone. La legge di Varshni descrive empiricamente tale dipendenza utilizzando due parametri che dipendono dal tipo di materiale. La tesi consisterà nel determinare il valore del band gap in strutture di GaAs al variare della temperatura, mediante misure di fotoluminescenza. I dati saranno analizzati mediante la legge di Varshni e confrontati con i risultati riportati nella letteratura scientifica.

Referenze

Y. P. Varshni, Physica (Utrecht) 34, 149 (1967)
L. Vina, S. Logothetidis and M. Cardona, Phys. Rev. B 30, 1979 (1984).
E. Grilli, M. Guzzi, R. Zamboni, and L. Pavesi, Phys. Rev. B 45, 1638 (1992).

Tesi compilativa:

Titolo: Polaritoni in microcavità

Con il termine microcavità, si intende una cavità ottica composta da due specchi piani (Fabry-Perot) di dimensione submicrometrica all'interno dei quali è realizzata una struttura a semiconduttore di elevata qualità. In una microcavità il modo confinato per la propagazione della luce è risonante con la transizione ottica fondamentale (eccitone) del semiconduttore. Gli effetti che originano da questa risonanza sono gli effetti polaritonici: per eccitone-polaritone si intende una quasi-particella che nasce dalla sovrapposizione coerente di un eccitone e un fotone. La tesi consisterà nello studio della letteratura scientifica recente che descrive le proprietà ottiche lineari e non lineari dei polaritoni in microcavità.

Si consiglia il corso Dispositivi a semiconduttore

Relatore: A. Vinattieri

Tesi sperimentale:

Caratterizzazione avanzata di emettitori in nitruro di gallio

Si tratta di una tesi sperimentale che prevede lo studio di prototipi di LED basati su nanostrutture a nitruro di gallio. I nitruro del III gruppo (GaN, AlN, InN) sono semiconduttori di estremo interesse per la realizzazione di LED e diodi laser (LD) nella regione spettrale 200-600 nm, oltre che di rivelatori di luce nel medesimo intervallo [1]. Dal punto di vista tecnologico, il limite maggiore allo sviluppo di dispositivi a nitruro risiede nell'elevato numero di difetti strutturali ($>10^9 \text{ cm}^{-2}$) presenti anche in materiale cresciuto con tecniche di epitassia da fasci molecolari. Inoltre, a causa dell'elevata piezoelettricità dei nitruro nella struttura a wurtzite, gli sforzi elastici che si accumulano durante la crescita della nanostruttura determinano la presenza di campi elettrici interni dell'ordine del MV/cm tali da modificare profondamente le caratteristiche della dinamica di ricombinazione degli elettroni e delle lacune e, conseguentemente, l'efficienza radiativa attesa (Quantum Confined Stark Effect). Il vantaggio primario che deriva dall'uso di strutture a pozzo quantico multiplo di InGaN come layer attivo nei LED e LD consiste nella possibilità di variare con continuità lo spettro di emissione nella regione dal vicino UV al visibile, variando la concentrazione di Indio nella lega. Diodi ad alta luminosità nelle regioni spettrali del blu e del verde sono già commercializzati, ma numerosi sono gli aspetti da investigare sperimentalmente e teoricamente che riguardano in particolare la resa quantica e la stabilità (affidabilità) del dispositivo. È ben noto che le concentrazioni di Indio richieste per LED

blu e Verdi ($0.1 < x < 0.4$) producono effetti di segregazione dell'Indio con fenomeni di clustering di InN nel GaN e conseguente formazione di strutture simili a punti quantici [2]. Dal punto di vista della resa quantica del dispositivo questo effetto non sembra deteriorarla, ma sono stati evidenziati meccanismi che producono una progressiva riduzione dell'efficienza radiativa (e quindi invecchiamento del LED) collegabili a instabilità termiche indotte dal passaggio di corrente nel dispositivo. Questo effetto termico potrebbe dar luogo a variazioni del profilo di drogaggio con conseguente variazione delle proprietà ottiche. Un altro aspetto da sottolineare riguarda il ruolo del substrato su cui la struttura è cresciuta. Nella maggior parte dei casi l'uso del SiC ha privilegiato la conducibilità elettrica (e quindi la possibilità di realizzare strutture verticali) a discapito dell'elevato disadattamento reticolare fra SiC e nitridi del III gruppo con conseguente formazione di un elevato numero di dislocazioni ed inoltre la verifica della stabilità del contatto ohmico è dal punto di vista del dispositivo finale di primario interesse, poiché il degradamento della regione dei contatti ha come immediata conseguenza una forte disomogeneità nel profilo di intensità della corrente. È chiaro quindi che sono diversi e numerosi gli aspetti che concorrono a descrivere il comportamento del LED e ne determinano il suo funzionamento. Di conseguenza, al fine di caratterizzare il dispositivo, è necessario ricorrere a tecniche e metodologie diagnostiche, ciascuna delle quali sia in grado di quantificare il contributo di un particolare processo. Da questo punto di vista la spettroscopia ottica, con misure di luminescenza (PL) al variare di parametri come temperatura, intensità di eccitazione, lunghezza d'onda di eccitazione, eccitazione impulsata o continua, etc., rappresenta sicuramente una delle metodologie più utilizzate e con maggior successo per la caratterizzazione di dispositivi elettroottici. La proposta di tesi prevede lo studio di prototipi di LED basati su nanostrutture a pozzo quantico, la cui caratterizzazione verrà effettuata con misure di luminescenza ed elettroluminescenza.

[1] S.Nakamura, S.F.Chichibu :” Introduction to Nitride Semiconductor Blue Laser and Light Emitting Diodes”, Taylor & Francis, London (2000)

[2] N.Grandjean, B.Damilano, J.Massies, S.Dalmasso: Solid State Commun. 113, 495 (2000)

Tesi compilativa:

Titolo: Anomalie spettrali nella luminescenza di semiconduttori parzialmente disordinati

Il segnale di luminescenza consiste nella luce emessa da un sistema materiale in conseguenza di assorbimento ottico. In un semiconduttore il profilo spettrale della luminescenza dipende in primo luogo dalla densità degli stati elettronici a partire dai quali ha luogo la ricombinazione. Dall'andamento del profilo spettrale e della sua larghezza in funzione di vari parametri, come temperatura e intensità di eccitazione, si possono estrarre informazioni importanti sul grado di disordine nel campione in studio. I materiali di recente interesse tecnologico (nitridi, leghe quaternarie di semiconduttori III-V-N, etc.) mostrano un grado di disordine strutturale elevato derivante dalla formazione di aggregati di un singolo elemento (ad es. Indio) che tende a segregare nel reticolo cristallino, modificando le proprietà ottiche della struttura. Si propone uno studio comparativo del ruolo del disordine nella ricombinazione radiativa di elettroni e lacune in nanostrutture ottenute a partire da leghe ternarie e quaternarie InGa_xN_{1-x}, InGaAsN, analizzando dati sperimentali esistenti e confrontandoli con previsioni teoriche.

Si consiglia il corso Dispositivi a semiconduttore

Tesi compilativa:

Titolo: Nitridi di Gallio per applicazioni elettro-ottiche

I nitridi ottenuti a partire da elementi del III gruppo (GaN, AlN, InN, AlGa_xN_{1-x}, etc.) sono semiconduttori studiati intensivamente da un decennio. In particolare l'interesse scientifico e tecnologico origina dalla possibilità di controllare le proprietà ottiche e di trasporto dei portatori in questi materiali tramite tecniche avanzate di crescita epitassiale. Infatti sono già stati ottenuti emettitori ad alta efficienza in un'ampia finestra spettrale fino alla regione UV. Tuttavia, a differenza di altri semiconduttori comunemente utilizzati a fini tecnologici come GaAs e Si, la funzionalità di dispositivi basati su nitridi è strettamente dipendente dalla presenza / assenza del campo piezoelettrico E_p conseguente allo strain del reticolo cristallino. Ne consegue che la dinamica della ricombinazione radiativa di elettroni e lacune generati per via ottica o elettrica nel semiconduttore dipende fortemente da E_p . Inoltre, laddove l'efficienza radiativa sia ridotta a causa del campo piezoelettrico, la ricombinazione di elettroni e lacune può procedere per via non-radiativa. Come argomento di studio per questa tesi si propone un'analisi dei processi di ricombinazione radiativa e non-radiativa condotta in maniera comparativa su campioni

di nitruri differenti a partire da dati sperimentali esistenti al fine da evidenziare il ruolo primario del campo piezoelettrico in questi sistemi.

Si consiglia il corso Dispositivi a semiconduttore

RELATORE: Oscar Adriani

TITOLO: Caratterizzazione di rivelatori al silicio a microstrisce

DESCRIZIONE: In questo lavoro di tesi lo studente dovrebbe effettuare alcune misure in laboratorio utilizzando i rivelatori al silicio a doppia faccia con elettronica di lettura a basso rumore sviluppati per l'esperimento Pamela su satellite. Questi rivelatori permettono di identificare il punto di passaggio di una particella ionizzante con una precisione dell'ordine di qualche micron.

Durante il lavoro saranno acquisiti eventi corrispondenti al passaggio di raggi cosmici, variando la configurazione geometrica del sistema di rivelazione e la tensione di contropolarizzazione dei rivelatori.

I dati acquisiti verranno utilizzati per effettuare le seguenti misure:

- carica raccolta
- efficienza di rivelazione
- misura della forma della distribuzione di carica
- risoluzione spaziale

BIBLIOGRAFIA:

Glenn Knoll - Radiation detection and measurement.

Peisert, A. - "Silicon microstrip detectors", Adv. Ser. Direct. High Energy Phys.9:1-79,1992

Turchetta, R. - "Spatial resolution of silicon microstrip detectors", NIM A 335: 44-58, 1993

TITOLO: Ricostruzione della tracce e misura dell'impulso in uno spettrometro magnetico

DESCRIZIONE: Questo lavoro di tesi prevede l'analisi dei dati acquisiti con lo spettrometro magnetico Pamela (realizzato per lo studio dei raggi cosmici su satellite) durante un test su fascio effettuato presso il CERN di Ginevra nel 2003.

Il lavoro consiste in uno studio preliminare del metodo utilizzato per ricostruire le tracce di particelle cariche in presenza di campo magnetico non uniforme, seguito da un'analisi per determinare la risoluzione sulla ricostruzione dell'impulso al variare del tipo di particella incidente sullo spettrometro (protoni ed elettroni).

BIBLIOGRAFIA:

Glenn Knoll - Radiation detection and measurement.

Peisert, A. - "Silicon microstrip detectors", Adv. Ser. Direct. High Energy Phys.9:1-79,1992

Turchetta, R. - "Spatial resolution of silicon microstrip detectors", NIM A 335: 44-58, 1993

Golden, R. - Nucl. Instr. Methods Phys. Res., A306, 366

TITOLO: Lo spettro energetico dei raggi cosmici nella regione del ginocchio ($10^{15}/10^{16}$ eV)

DESCRIZIONE: Lo spettro energetico dei Raggi Cosmici primari decresce in maniera molto regolare, con un andamento di potenza, fino ad energie dell'ordine di $10^{15}/10^{16}$ eV. In questa regione si ha una variazione significativa della forma spettrale (chiamata 'ginocchio'), osservata per la prima volta verso la fine degli anni '60, la cui origine è tuttora sconosciuta. Le misure sperimentali in questa regione di energia sono particolarmente difficili; nel corso del lavoro di tesi, essenzialmente compilativo, lo studente dovrebbe raccogliere ed analizzare in maniera critica le molte misure esistenti, effettuate con metodi che permettono la misura dell'energia del raggio cosmico primario in maniera diretta (con l'uso di calorimetri) o indiretta (tramite il conteggio del numero di secondari prodotti dall'interazione del primario), e che risultano spesso incompatibili tra loro.

BIBLIOGRAFIA:

Hoerandel, J. - Astrop. Phys. 19 (2003) 193-220

Swordy, S.P. - Astrop. Phys. 18 (2002) 129-150

Tipo di tesi: sperimentale – I livello

Titolo: Misure di costante elastica di sonde AFM

Relatore: Bruno Tiribilli (INOA – ISC CNR)

Correlatore: Cecilia Gambi

Sede: Laboratorio Sistemi Complessi del CSDC, presso Dipartimento di Fisica

Microscopia a forza atomica

La microscopia a forza atomica è una tecnica sperimentale che permette di ottenere immagini di superfici con risoluzione di pochi nanometri, ben superiore a quella di un normale microscopio ottico. La tecnica si basa sulla misura dell'interazione tra una sonda ed il campione da analizzare. Una levetta flessibile di silicio, con una punta con raggio di curvatura terminale dell'ordine di 10nm, viene avvicinata alla superficie del campione e si deflette elasticamente in funzione della forza. Nella modalità di lavoro comunemente utilizzata la punta viene mossa rispetto al campione mantenendo costante la deflessione della levetta, in maniera da ottenere la mappa della superficie con ottima risoluzione.

Il principio di misura su cui si basa il sistema permette però di estendere le potenzialità del microscopio a forza atomica oltre la microscopia, in quanto lo strumento si comporta come un vero e proprio dinamometro su scala nanometrica. Per utilizzare lo strumento in questa modalità è indispensabile conoscere la costante elastica della levetta che si sta utilizzando per la misura. E' possibile calcolare tale costante, con ragionevole precisione, da misure della deflessione causata dall'agitazione termica.

Attività da svolgere

Misura delle fluttuazioni della deflessione dovute all'agitazione termica e determinazione della costante elastica di levette per microscopia AFM con due differenti metodi. Confronto dei due metodi tra di loro e con l'intervallo di valori stimati a partire dalle caratteristiche tecniche della levetta (geometria e proprietà elastiche del materiale). Verifica dell'efficienza dei due metodi al variare della forma (rettangolare / triangolare) e delle dimensioni della levetta.

Riferimenti

1. Pietro Parisi; "Misura della costante elastica di levette per microscopia a forza atomica"; tesi di laurea in fisica (Unifi 2004)
2. E. Sader, J.W.M.Chon, P.Mulvaney; "Calibration of rectangular AFM cantilevers"; Rev. Sci. Instr. (1999)
3. D. Sarid; "Scanning Force Microscopy"; Oxford University Press (1994)
4. N.A.Burnham, X.Chen, C.S.Hodges, G.A.Matei, E.J.Thoreson, C.J.Roberts, M.C.Davies, S.J.B.Tendler, "Comparison of calibration methods for atomic-force microscopy cantilevers", Nanotechnology, 14 (2003)

RELATORE: Daniele Dominici

TITOLO: Precessione dello spin. Studio delle rotazioni di 2π tramite interferometria neutronica.

DESCRIZIONE: La funzione d'onda di uno spinore, che descrive una particella di spin $1/2$, cambia di segno sotto una rotazione di 2π e rimane inalterata sotto una rotazione di 4π . La tesi consiste nella trattazione dell'effetto e nella descrizione di due esperimenti per verificare la predizione teorica.

BIBLIOGRAFIA:

Sakurai, Advanced Quantum Mechanics, Zanichelli 1990.
H.Rauch et al, Phys. Lett. 54 A 425 (1975).
S.A.Werner et al, Phys. rev. Lett. 35 1053 (1975).

TITOLO: Limiti sulle deviazioni alla legge di Newton a distanze submillimetriche

DESCRIZIONE: Recentemente, in seguito alla proposta di teorie che modificano la legge di gravità a piccole distanze, e' stato eseguito un esperimento per migliorare i limiti esistenti sulla legge di Newton. La tesi consiste in una trattazione teorica di come si ottengono queste deviazioni e nella descrizione di questo esperimento.

BIBLIOGRAFIA: Hoyle et al, Phys. Rev. D70 042004 (2004)

RELATORE: Francesco Matera

TITOLO: Liquidi di Fermi: condizioni di stabilità.

DESCRIZIONE: Si tratta di prendere familiarità con la teoria di Landau dei liquidi di Fermi e applicarla a situazioni semplificate. La teoria fenomenologia di Landau ha avuto molto successo nello studio dell' He3 liquido ed è stata anche usata per problemi di fisica nucleare. Essa fornisce le condizioni, che deve soddisfare l'interazione efficace tra quasiparticelle, per la stabilità meccanica e/o chimica (per sistemi a più componenti) di un liquido di fermioni. Una possibile applicazione, d'interesse attuale, è lo studio delle instabilità della materia nucleare, sistema omogeneo e infinito di protoni e neutroni, in condizioni fisiche lontane da quelle ordinarie.

TITOLO: Liquidi di Fermi: moti collettivi.

Si tratta di applicare la teoria di Landau allo studio di moti collettivi, che possono instaurarsi in un liquido di fermioni: "zero-sound". Una possibile applicazione è lo studio di oscillazioni collettive isovettoriali (protoni e neutroni oscillano in opposizione di fase) della materia nucleare. Un calcolo esplicito può essere fatto con una interazione efficace tra nucleoni semplificata, ma piuttosto diffusa.

BIBLIOGRAFIA:

- a) G.Baym, C. Pethick: "Landau Fermi-Liquid Theory".
- b) E. Lipparini: "Modern Many-Particle Physics".
- c) A. Fetter, J. D. Walecka: "Quantum Theory of Many-Particle Systems".

RELATORE: Alessandro Cuccoli

TITOLO: Meccanica statistica quantistica mediante "path integral"

La formulazione della meccanica statistica quantistica mediante Path Integrals permette da un lato l'introduzione di trattazioni semiclassiche semplificate e dall'altro di introdurre efficienti metodi di simulazione numerica dei sistemi quantistici.

La tesi potrà avere un carattere puramente compilativo, considerando applicazioni del metodo a sistemi semplici, quali la particella libera o l'oscillatore armonico, già trattati in letteratura.

In alternativa si potranno considerare applicazioni a particelle soggette a potenziali non lineari o con l'impiego di potenziali efficaci o da un punto di vista puramente numerico, utilizzando simulazioni Monte Carlo.

Bibliografia:

R.P. Feynman, A.R. Hibbs - "Quantum Mechanics and Path Integrals", McGraw-Hill (1965)

R.P. Feynman - "Statistical mechanics : a set of lectures", Frontiers in Physics, Benjamin (1972)
Kleinert H., "Path integrals in quantum mechanics, statistics and polymer physics", World Scientific (1995)

TITOLO: Termodinamica di sistemi classici unidimensionali.

Lo studio della termodinamica di una catena di spin o di particelle con interazione a primi vicini e condizioni periodiche al contorno può essere svolto in maniera "esatta", sia per via analitica, nel caso di sistemi particolarmente semplici, che per via numerica utilizzando il metodo dell'integrale (o matrice) di trasferimento.

Potranno essere studiati vari esempi di applicazione ai sistemi di spin o a catene non lineari (Toda, Lennard-Jones etc.)

Bibliografia:

M. Fisher, Am. J. Phys. 32, 343 (1964)

M. Blume, P. Heller and N.A. Lurie, Phys. Rev. B 11, 4483 (1975)

A. Cuccoli et al., Phys. Lett. A 160, 184 (1991)

A.R. Volkelt et al., Phys. Lett. A 182, 60 (1993)

TITOLO: Simulazioni Monte Carlo di modelli classici e quantistici

Lo studente potrà prendere conoscenza dei fondamenti dei metodi di simulazione Monte Carlo con importance sampling (algoritmo Metropolis) e dei relativi problemi di analisi statistica dei risultati, e procedere poi all'applicazione a semplici modelli di sistemi classici o quantistici.

Bibliografia:

K. Binder, Monte Carlo simulation in statistical physics, Springer Verlag (1997)

K. Binder, The Monte Carlo method in condensed matter physics, Springer Verlag (1995)

Relatore: Paolo Politi (Istituto dei Sistemi Complessi, CNR)

[Tel. 055 5226686, Paolo.Politi@isc.cnr.it, <http://www.fi.isc.cnr.it/users/paolo.politi>]

Correlatore: Roberto Livi

TITOLO: STABILITA' LINEARE DI SISTEMI PORTATI FUORI DALL'EQUILIBRIO

Lo stato omogeneo di un sistema fisico portato fuori dall'equilibrio può risultare instabile rispetto alla formazione di strutture più complesse. Alcuni esempi sono: un fluido riscaldato dal basso, in cui si innesca un moto convettivo; una miscela omogenea di materiali granulari messa in rotazione, in cui si ha un fenomeno di separazione di fase; la superficie di un cristallo che cresce, la quale può dar luogo ad una morfologia nanostrutturata.

Il lavoro di tesi consiste nella derivazione delle equazioni dinamiche di interesse per un problema specifico e nell'analisi della loro stabilità lineare (ad esempio, la nascita delle celle di convezione in un fluido riscaldato dal basso). Questo tipo di analisi permette di determinare quando il sistema diventa instabile e quali sono le scale spaziali e temporali tipiche della struttura di non equilibrio.

Bibliografia:

P. Berge', Y. Pomeau, C. Vidal, "Order within chaos: towards a deterministic approach to turbulence" (Wiley, 1984)

M.C. Cross e P.C. Hohenberg, "Pattern formation outside of equilibrium",
Reviews of Modern Physics vol. 65, pag. 851-1112 (1993)

TITOLO: ASPETTI CINETICI E TERMODINAMICI DEL PROCESSO DI NUCLEAZIONE

La nucleazione è il processo atomistico attraverso il quale avviene una transizione di fase del primo ordine, ad esempio la transizione dalla fase liquida alla fase solida di una sostanza pura. Le due fasi

hanno energie diverse ed esiste una energia di interfaccia. La nascita della "nuova" fase avviene tramite la formazione di un nucleo di taglia sufficientemente grande (nucleo critico).

Il lavoro di tesi consiste nella scrittura della "master equation" per la formazione del nucleo critico e nella discussione di alcune approssimazioni per il suo trattamento. Alternativamente, o a integrazione, il lavoro di tesi può consistere nella trattazione analitica e/o numerica di specifici problemi di nucleazione.

Bibliografia:

P.M. Chaikin e T.C. Lubensky, "Principles of condensed matter physics"
(Cambridge University Press, 1995)

N.G. van Kampen, "Stochastic processes in physics and chemistry"
(Elsevier, 1997)

RELATORE: Francesco Rubini

TITOLO: Riscaldamento coronale per distribuzione non-maxwelliana degli elettroni: calcolo dei coefficienti della 'distribuzione kappa'

L'idea del 'filtro della velocità' è che una distribuzione non-maxwelliana delle particelle cariche in un campo gravitazionale possa produrre un profilo di temperatura che cresce con l'altezza, pure in assenza di sorgenti locali di calore. L'ipotesi è perciò che una distribuzione non-maxwelliana di elettroni possa essere causa del riscaldamento della corona solare.

Oggetto della tesi è il calcolo dei coefficienti dello sviluppo della 'Funzione kappa' di distribuzione non-maxwelliana ai fini del suo utilizzo per calcolare l'emissione UV e per effettuare il confronto con i valori osservati.

Lo strumento di calcolo previsto è numerico.

La tesi richiederà lo sviluppo di un semplice programma finalizzato alla soluzione di sistemi di equazioni algebriche lineari.

Bibliografia:

Anderson S.W., Raymond J.C., van Ballegoijen A., *Astrophys. J.* 457, 939, 1996

RELATORE: Alberto Righini

Riferimento: Prof. Alberto Righini, Dipartimento di Astronomia e Scienza dello Spazio, Largo E. Fermi 2 50125 Firenze Tel. 055 2307 693 cell: 339 6321097 e-mail righini@arcetri.astro.it

TITOLO: Effetti di non linearità nella spettroscopia solare bidimensionale

Gli strumenti, recentemente sviluppati, per spettroscopia solare bidimensionale in cui si utilizzano immagini fortemente monocromatiche formate in condizioni di apertura numerica molto piccola, sono dal punto di vista ottico dei trasduttori parzialmente non lineari di immagine a causa di fenomeni di coerenza parziale che insorgono nel cammino ottico.

Questo fatto è ignorato dalle tecniche correnti di riduzioni dati che continuano ad utilizzare schemi lineari per la ricostruzione dell'informazione dalle serie di immagini monocromatiche. In questa tesi, si intende analizzare, alla luce dei risultati ottenuti sulla MTF di IBIS installato alla torre a vuoto di Sacramento Peak, quanto queste non linearità pesino nella valutazione dei dati.

TITOLO: Valutazione dell'errore sperimentale delle misure solstiziali di Leonardo Ximenes S.J.

Nel 1756 Leonardo Ximenes S.J., con lo gnomone di Santa Maria del Fiore che aveva appena restaurato, iniziò una serie di osservazioni solstiziali che si protraggono per diversi anni, con lo scopo di studiare la variazione secolare dell'Obliquità dell'Eclittica e verificare sperimentalmente i risultati teorici di Eulero. In questa tesi ci proponiamo di verificare l'errore sperimentale commesso nelle diverse serie di osservazioni. Da un'analisi preliminare condotta sui dati appare che le osservazioni di Ximenes siano confrontabili con quelle ottenute con i migliori cerchi meridiani del tempo.

RELATORE: Claudio Chiuderi

Prof. Claudio Chiuderi (tel. 0552307642, email chiuderi@arcetri.astro.it)

Le tesi qui sotto elencate sono di natura teorica e presuppongono un lavoro di calcolo (analitico o numerico) da parte dello studente.

TITOLO: La struttura delle stelle di neutroni

DESCRIZIONE: Scopo della tesi è lo studio della struttura delle stelle di neutroni, considerate come un gas di fermioni degenere e relativistico (non necessariamente ultrarelativistico) composto di neutroni, protoni ed elettroni. In pratica si tratta di studiare le abbondanze di queste tre componenti al variare della densità totale e di calcolare la massa ed il raggio di ciascuna configurazione in funzione della densità centrale.

Il calcolo verrà eseguito numericamente, per esempio utilizzando programmi di tipo "Mathematica".

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE :

Shapiro e Teukolsky : Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects

TITOLO: I neutrini solari

DESCRIZIONE: Scopo della tesi è produrre una relazione sul problema dei neutrini solari e della sua soluzione. Lo studente dovrà anche riprodurre il calcolo dei flussi di neutrini relativi alle diverse catene di reazioni di fusione dell'idrogeno in elio attive nel centro del Sole.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE :

Bachall : Neutrino Astrophysics

TITOLO: Modelli stellari analitici

DESCRIZIONE: Scopo della tesi è lo studio di alcuni modelli stellari (semi) analitici che permettono di ricavare in forma parametrica le caratteristiche principali di una stella dalla conoscenza dei processi fondamentali che hanno luogo al suo interno. Lo studente dovrà ricavare una serie di formule che legano le caratteristiche di una stella (quali massa, luminosità, ecc.) con le caratteristiche dei processi di generazione e trasporto di energia.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE:

Phillips: The physics of stars

TITOLO: Modelli cosmologici multicomponenti

DESCRIZIONE: Scopo della tesi è lo studio di modelli cosmologici di Friedmann che contengano contemporaneamente materia, e radiazione. Questo permette di determinare con una certa precisione l'epoca del disaccoppiamento. Può essere trattata anche la presenza di energia oscura.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE :

Raine e Thomas . An introduction to the science of cosmology

TITOLO: Interazione tra venti di pulsar e resti di supernovae

DESCRIZIONE: Quando l'esplosione di una supernova lascia come 'fossile' una stella di neutroni rapidamente ruotante (talvolta rivelabile come pulsar), il vento prodotto dalla pulsar stessa viene confinato dal resto di supernova circostante in modo da formare una cosiddetta Pulsar Wind Nebula (o plerione), ad esempio la celebre Nebulosa del Granchio.

L'evoluzione temporale del sistema può essere studiata analiticamente sotto certe approssimazioni (simmetria radiale, guscio sottile), lo studente dovrà risolvere le equazioni analiticamente o

numericamente (es. col metodo Runge Kutta) in casi diversi (espansione libera del resto di supernova, fase di Sedov-Taylor, potenza decrescente del vento), ed eventualmente confrontare i risultati con quelli ottenuti da simulazioni numeriche.

ARTICOLO:

Van der Swaluw, E., et al., Astron. Astrophys. 309, 2001 (e referenze ivi citate)

TITOLO: Modelli magnetoidrodinamici delle Pulsar Wind Nebulae

DESCRIZIONE: Quando l'esplosione di una supernova lascia come 'fossile' una stella di neutroni rapidamente ruotante (talvolta rivelabile come pulsar), il vento prodotto dalla pulsar stessa viene confinato dal resto di supernova circostante in modo da formare una cosiddetta Pulsar Wind Nebula (o plerione), ad esempio la celebre Nebulosa del Granchio.

Rispetto alla tesi precedente, consideriamo adesso il caso piu' realistico di un vento della pulsar ultrarelativistico e magnetizzato. Nonostante queste complicazioni la struttura radiale di tale nebulosa può essere ancora calcolata con metodi analitici (nel caso stazionario) o semi-analitici (nel caso di espansione costante auto-similare). Lo studente dovrà risolvere le equazioni e produrre grafici con gli andamenti radiali delle varie grandezze al variare dei parametri liberi dei singoli modelli.

ARTICOLI :

Kennel, C.F., and Coroniti, F.V., Astrophys. J. 283, 694, 1984

Emmering, E. T., and Chevalier, R.A., Astrophys. J. 321, 334, 1987

RELATORE: Emanuele Pace

Per informazioni rivolgersi a Emanuele Pace: tel 0552307618/729, e-mail pace@arcetri.astro.it

TITOLO: *Analisi delle caratteristiche di rumore del segnale da camere CCD*

DESCRIZIONE: L'analisi di immagini ottenute con tempi di esposizione crescenti permette di stimare le prestazioni di camere CCD per applicazioni astrofisiche da terra o dallo spazio. Lo studio permette di ottimizzare così le caratteristiche delle camere agendo sull'elettronica di acquisizione delle immagini. In particolare, due sono le tipologie di camere d'interesse: la prima applicazione è al canale UV della sonda spaziale HERSCHEL/SCORE per la selezione del sensore più adatto, la seconda è per camere da installare a telescopi da terra gestiti dall'Osservatorio Astrofisico di Catania e all'Osservatorio Astrofisico di Padova. La tesi consiste nelle misure di caratterizzazione dei sensori e delle camere e nella definizione delle prestazioni in termini di rumore e fattore di guadagno.

BIBLIOGRAFIA: J. Janesik, Scientific CCD cameras.

Note del corso sui CCD del NASA-JPL

TITOLO: *Caratterizzazione elettro-ottica delle camere CCD per il razzo sonda SCORE/HERSCHEL*

DESCRIZIONE: La sonda HERSCHEL/SCORE, nata da una collaborazione Italia-USA (Naval Research Laboratory) sarà lanciata nella primavera del 2007 con a bordo un esperimento italiano di coronografia solare che ha due canali: uno per la polarimetria nel visibile e l'altro nell'UV. Le camere CCD che rivelano la radiazione che arriva sulla superficie focale dei due canali sono state progettate e realizzate nei laboratori dell'XUVLab e oggi sono in fase di collaudo dell'elettronica al fine di verificare il corretto funzionamento e il rispetto delle specifiche richieste. Seguirà una fase di verifica delle prestazioni ottiche sia nel visibile che nell'UV. La tesi consiste nel partecipare alle fasi di test elettrico e ottico delle camere CCD, test che dovranno concludersi entro il mese di giugno 2006.

BIBLIOGRAFIA J. Janesik, Scientific CCD cameras.

Note del corso sui CCD del NASA-JPL

Reports della missione HERSCHEL/SCORE

TITOLO: *Caratterizzazione elettrica ed ottica di dispositivi elettronici basati su diamante sintetico*

DESCRIZIONE: Il diamante sintetico è un materiale che da tempo è al centro di ricerche condotte in molti laboratori mondiali per le sue interessanti proprietà fisiche e meccaniche che lo rendono candidato ideale per lo sviluppo di rivelatori di radiazione UV e X da applicare a missioni spaziali dedicate all'astrofisica. Da alcuni anni l'XUVLab è inserito in collaborazioni nazionali e internazionali per lo sviluppo di tecnologie innovative per realizzare questi dispositivi e per studiarne le

caratteristiche. La tesi svolta a contatto con gruppi italiani ed europei può coprire aspetti diversi: dalla realizzazione in camera bianca dei dispositivi, alle misure elettriche e ottiche finalizzate alla definizione delle prestazioni, dallo studio di dispositivi innovativi a matrice di pixel alla determinazione sperimentale delle proprietà ottiche dipendenti dalle caratteristiche del materiale stesso.
BIBLIOGRAFIA: Vari articoli scientifici pubblicati su riviste internazionali

TITOLO: *Spettro-polarimetro a immagine per il telescopio spaziale WSO/UV*

DESCRIZIONE: L'Agenzia Spaziale Italiana ha di recente avviato un programma di ricerca finalizzato alla realizzazione di un telescopio UV in collaborazione con Russia, Germania, Spagna e Israele. Il gruppo XUVLab ha presentato la proposta di uno strumento di piano focale che faccia spettro-polarimetria a immagine. La definizione dello strumento richiede uno studio del disegno ottico che permetta di ottenere prestazioni superiori a quanto ottenuto in precedenza con le altre poche missioni e che soddisfi gli obiettivi scientifici della missione. Scopo della tesi è di effettuare una ricerca bibliografica di quanto pubblicato sinora nel campo della strumentazione UV affine, fare una sintesi di quanto ottenuto sinora in termini di prestazioni e valutare le opportunità ancora aperte per uno strumento di nuova generazione. La tesi può concludersi con un'idea progettuale dello strumento che emergerebbe da questo studio.

BIBLIOGRAFIA: Vari articoli scientifici pubblicati su riviste internazionali

TITOLO: *Realizzazione e caratterizzazione di dosimetri a diamante*

DESCRIZIONE: I dosimetri a diamante sono una delle frontiere attuali della ricerca nel campo dei dispositivi per la rivelazione di radiazione energetica in applicazioni principalmente mediche. Il gruppo XUVLab insieme al Dipartimento di Energetica dell'Università di Firenze è impegnato in un progetto di ricerca europeo molto ampio per lo studio e la realizzazione di tali dispositivi, sia a singolo pixel che a matrice di pixel. Il lavoro condotto dai gruppi fiorentini consiste nello sviluppare tecnologie per la fabbricazione di contatti elettrici e nell'utilizzo di varie tecniche di misura per caratterizzare le prestazioni di tali dispositivi. Le tesi in questo settore possono essere indirizzate alla realizzazione di questi dispositivi e alle misure di caratterizzazione finalizzate all'impiego in campo medicale oppure allo studio di questi stessi dispositivi per applicazioni alla disimetria spaziale, nuovo campo emergente a seguito del rinnovato interesse nelle missioni spaziali in ambienti planetari ostili o con equipaggio.

BIBLIOGRAFIA: Vari articoli scientifici pubblicati su riviste internazionali

TITOLO: *Studio delle prestazioni di rivelatori a diamante nei raggi X molli*

DESCRIZIONE: Recenti misure effettuate con rivelatori di fotoni basati su diamante sintetico posti su fascio di raggi X (energia fino a 4 keV) emessi dall'anello di accumulazione DAFNE a Frascati ha mostrato che questi rivelatori hanno prestazioni tali che potrebbero essere utilizzati al posto delle normali camere di ionizzazione. La sperimentazione prosegue in questo settore per valutare i vari parametri che definiscono le prestazioni, come l'efficienza quantica, la linearità, il tempo di risposta ecc. Questi esperimenti saranno condotti al sincrotrone di Grenoble e al sincrotrone di Pechino allo scopo di coprire un intervallo spettrale che arrivi fino a 25 keV nel quale le prestazioni saranno valutate. Scopo della tesi è di effettuare la misura e di analizzare i dati per delineare le proprietà elettriche e ottiche dei dispositivi a diamante e per confrontarle con quelle delle camere di ionizzazione, oggi usate come rivelatori di fascio.

BIBLIOGRAFIA: Vari articoli scientifici pubblicati su riviste internazionali

TITOLO: *Analisi delle interazioni di micro-meteoriti in atmosfere planetarie*

DESCRIZIONE: Un recente lavoro di tesi di laurea ha permesso la costruzione di un modello generale per le interazioni dei micro-meteoroidi con l'atmosfera terrestre al fine di valutare l'azione dei vari processi fisici che intervengono al passaggio. L'interesse in questo studio è legato alla recente scoperta che la maggior quantità di materiale extra-terrestre che arriva sulla superficie del nostro pianeta è costituita da questi corpi di dimensioni minuscole e che in precedenza erano ritenuti distrutti dall'atmosfera. La presenza di materiale organico in questi granuli di materia silico-carbonacea, unita all'enorme flusso che arriva sulla terra, fa ritenere probabile un contributo di questo processo all'origine della vita sulla terra. Al tempo stesso è diventato di estremo interesse valutare quale sia l'apporto di questo stesso materiale in altri pianeti con diverse atmosfere, oppure sulla terra stessa ma con un'atmosfera primordiale molto diversa dall'attuale. La tesi sfrutterà il modello sviluppato dal gruppo dell'XUVLab per valutare proprio i processi fisici che intervengono quando micro-meteoroidi attraversano atmosfere planetarie di diversa composizione e cercherà di valutare le conseguenze di un'eventuale sopravvivenza del meteoroido stesso.

BIBLIOGRAFIA: Tesi di laurea di Giacomo Briani

TITOLO: *Spettroscopia UV con rivelatori a matrice di pixel basati su diamante sintetico*

DESCRIZIONE: Il recente sviluppo delle tecnologie micro-elettroniche per la realizzazione di rivelatori di fotoni UV e X su substrati di diamante sintetico ha permesso la fabbricazione dei primi dispositivi a matrice di pixel adatti ad impieghi nel campo della spettroscopia. Alcuni dispositivi sono stati prodotti in collaborazione con l'Università di Roma Tor Vergata e con l'Osservatorio Astrofisica di Catania. L'attività di tesi consiste nell'eseguire alcune delle misure di spettroscopia nell'UV da vuoto utilizzando questi dispositivi e lavorando con l'elettronica di lettura sviluppata appositamente per quest'applicazione. Questo lavoro ha un carattere di assoluta novità nello sviluppo dei rivelatori a diamante e dovrà mettere in evidenza le prestazioni del rivelatore in termini di efficienza, rapporto segnale-rumore, discriminazione UV/visibile, risoluzione spettrale e temporale.

BIBLIOGRAFIA: Samson, Vacuum Ultraviolet Spectroscopy
Vari articoli scientifici pubblicati su riviste internazionali

TITOLO: *Studio del sistema ottico dell'esperimento SOURCE*

DESCRIZIONE: L'esperimento SOURCE è finalizzato all'utilizzo della radiazione X-UV di sincrotrone per caratterizzare strumentazione ottica anche di grande dimensione. In particolare, la strumentazione sulla quale eseguire i test consiste negli specchi ad incidenza radente per la radiazione X che andranno collocati in esperimenti spaziali oppure le ottiche di grandi dimensioni che saranno utilizzate negli esperimenti di rivelazione dallo spazio dei raggi cosmici di altissima energia. Per eseguire questi ultimi test è necessario utilizzare il fascio UV nel range 300-400 nm per simulare tracce di eventi simili al passaggio del raggio cosmico in atmosfera e produrre al tempo stesso dei background di luce. Il lavoro di tesi consiste nel partecipare alla progettazione del sistema ottico e dell'apparato che sarà poi costruito a partire dall'autunno del 2006. La radiazione di sincrotrone utilizzata viene prodotta all'anello di accumulazione DAFNE presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN. È previsto quindi che il laureando compia una o due brevi missioni presso quei laboratori.

BIBLIOGRAFIA: Nota tecnica: Progetto SOURCE
Manuali del simulatore ZEMAX

TITOLO: *Progettazione di ottiche di grandi dimensioni per telescopi spaziali*

DESCRIZIONE: La rivelazione di raggi cosmici di altissima energia, l'osservazione della Terra dallo spazio, l'utilizzo di tecniche LIDAR dallo spazio per lo studio dell'atmosfera, la ricerca astrofisica di sorgenti cosmiche sempre più deboli, spinge la ricerca nel campo dell'ottica a sviluppare telescopi con specchi primari di dimensioni sempre più grandi che siano anche apribili nello spazio per permetterne il trasporto mediante i razzi. La precisione richiesta nelle caratteristiche ottiche degli specchi e la necessità di segmentarli per poi rimontarli nello spazio, richiede l'uso anche di tecniche mutuata dalle ottiche adattive. Firenze ha un ruolo primario nello sviluppo di queste ottiche avveniristiche, sviluppate su richiesta dell'Agenzia Spaziale Italiana e dell'Agenzia Spaziale Europea. Le tesi saranno svolte nell'ambito del lavoro di progettazione e prototipizzazione di queste grandi ottiche.

BIBLIOGRAFIA: Note tecniche dell'Istituto Nazionale di Ottica Applicata
Vari articoli scientifici pubblicati su riviste internazionali

TITOLO: *Filtri a banda stretta per lo studio della fluorescenza atmosferica indotta da raggi cosmici*

DESCRIZIONE: I raggi cosmici di altissima energia arrivano in prossimità della Terra e interagiscono con le molecole di azoto dell'atmosfera, rilasciando parte della loro energia in un processo di eccitazione-diseccitazione che produce luce di fluorescenza. Questa luce viene emessa nell'UV lungo tutta la traiettoria della particella, producendo una traccia. L'intervallo spettrale dell'emissione è compreso tra le lunghezze d'onda di 300 e 400 nm, ma la radiazione si concentra nelle tre righe principali dell'emissione delle molecole di azoto. Per selezionare la regione spettrale di interesse, minimizzando il contributo dalla radiazione di fondo è necessario l'utilizzo di filtri. Il gruppo XUVLab ha sviluppato un filtro che copre esattamente la banda spettrale d'interesse integrandolo con un adattore ottico per massimizzare l'efficienza di raccolta dei fotoni. Lo sviluppo successivo è la progettazione e la produzione di prototipi di filtro a banda strettissima che selezionino unicamente ciascuna delle tre righe della fluorescenza molecolare, al fine di migliorare il rapporto segnale rumore e quindi l'efficienza di rivelazione degli eventi legati ai raggi cosmici. La tesi si inserisce in questo contesto e consisterà nel partecipare alla progettazione dei filtri o alla realizzazione e test dei prototipi mediante spettrofotometria.

BIBLIOGRAFIA: Vari rapporti tecnici pubblicati e articoli su riviste internazionali.

TITOLO: *Caratterizzazione di rivelatori SiPM a conteggio di fotone*

DESCRIZIONE: Lo sviluppo tecnologico finalizzato a realizzare rivelatori a conteggio di fotone che siano più efficienti e semplici da usare rispetto ai fotomoltiplicatori ha dato luogo a fotomoltiplicatori basati su silicio (SiPM), ovvero dispositivi a stato solido con area attiva di alcune centinaia di micron quadrati che svolgono le stesse funzioni di un normale fotomoltiplicatore. Questi rivelatori sono oggi in fase di sviluppo in numerosi laboratori e sono i candidati ideali per molte applicazioni spaziali, dove compattezza, robustezza, facilità di impiego e basso consumo sono parametri essenziali. Alcuni di questi rivelatori sono disponibili nei laboratori dell'XUVLab per effettuare test di caratterizzazione delle prestazioni elettriche ed ottiche, in particolare quando irraggiati con fotoni UV. La tesi perciò sarà incentrata su queste misure, i cui risultati saranno analizzati per definire eventuali margini di miglioramento. Queste prestazioni saranno anche confrontate con fotomoltiplicatori di tipo classico.

BIBLIOGRAFIA: Vari articoli scientifici pubblicati su riviste internazionali

Proposte di Tesi presso il Dipartimento di Astronomia e Scienza dello Spazio

Per informazioni rivolgersi al Prof. Alessandro Marconi (tel. 055 2307627, email: alessandro.marconi@unifi.it)

Le tesi qui proposte sono di natura osservativa e/o teorica e richiedono l'analisi di dati o la messa a punto di semplici modelli per l'interpretazione delle osservazioni.

TITOLO: Spettroscopia di nuclei galattici
(in collaborazione con il Dr. Guido Risaliti dell'Osservatorio di Arcetri)

DESCRIZIONE: La spettroscopia di sorgenti astronomiche è lo strumento principe per conoscerne le condizioni fisiche. Dall'analisi degli spettri è possibile misurare i moti all'interno delle sorgenti, la temperatura e la densità del plasma e le abbondanze degli elementi. Scopo di questa tesi è la calibrazione di uno spettro a scelta tra quelli ottenuto nella banda ottica ($\lambda = 0.3-1.0 \mu\text{m}$), nella banda infrarossa ($\lambda = 1.0-2.5 \mu\text{m}$) o nella banda X (0.5-10 keV) di un nucleo galattico attivo o di una galassia normale. Un nucleo attivo è un nucleo di galassia dove la produzione di energia non è dovuta ai normali processi di fusione nucleare che avvengono nei nuclei delle stelle. Gli spettri "grezzi" disponibili sono stati ottenuti con i telescopi più potenti attualmente esistenti come *Hubble Space Telescope*, il *Very Large Telescope* dell'*European Southern Observatory*, XMM-Newton ed il Chandra X-ray observatory. Dallo spettro calibrato sarà poi possibile misurare la cinematica del gas e/ o le sue proprietà fisiche (temperatura e densità del gas, abbondanze degli elementi, processi di emissione del continuo) che aiuteranno ad inserire la sorgente in un più ampio contesto astronomico.

Il lavoro consiste nella lettura critica di alcune parti dei libri citati nella bibliografia ed eventualmente di alcuni articoli a scelta. Lo studente utilizzerà poi pacchetti di software astronomico e non (per esempio IRAF, XSPEC, IDL) per una semplice calibrazione dello spettro in esame in modo da estrarre le informazioni fisiche sulla sorgente.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE:

Osterbrock, "Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei";
Blandford, Netzer & Woltjer, "Active Galactic Nuclei", Rybucki & Lightman, "Radiative Processes in Astrophysics"

TITOLO: La misura della massa dei buchi neri nei nuclei delle galassie

DESCRIZIONE: Questa tesi si inserisce in un progetto di ricerca il cui scopo è lo studio delle relazioni esistenti tra le galassie ed i buchi neri massicci (con massa dell'ordine di 10^6-10^{10} Msolari) che si trovano nei loro nuclei. Recentemente, si è scoperto che i buchi neri nucleari sono elementi fondamentali nel processo di evoluzione di una galassia e lo studio delle relazioni esistenti tra buchi neri e galassie ospiti consente di capire i meccanismi fisici che portano a tali relazioni. Scopo di questa tesi è la misura della massa di un buco nero in una galassia.

Il lavoro consiste nella lettura degli articoli elencati in bibliografia. Lo studente utilizzerà poi spettri di nuclei di galassie (già calibrati - vedi precedente proposta di tesi) per la misura della cinematica del gas

che sarà poi analizzata con l'utilizzo di software esistente per misurare la massa del buco nero. Sarà inoltre utilizzato il software IDL che permette di effettuare calcoli numerici e creare grafici. Nonostante l'argomento della tesi siano i buchi neri non si richiede alcuna conoscenza di relatività speciale o generale in quanto la misura della massa avviene su scale in cui gli effetti relativistici sono trascurabili.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE:

Ferrarese & Ford, "Supermassive Black Holes in Galactic Nuclei: Past, Present and Future Research", (<http://arxiv.org/abs/astro-ph/0411247>);

Marconi, "Galaxies, Active Galactic Nuclei and Black Holes: Evolution and Interaction", (<http://sait.oat.ts.astro.it/MSAIS/9/PDF/285.pdf>)

TITOLO: Le relazioni tra buchi neri e galassie

(in collaborazione con la Dr.ssa Leslie Hunt dell'Osservatorio di Arcetri)

DESCRIZIONE: Anche questa tesi si inserisce in un progetto di ricerca il cui scopo è lo studio delle relazioni esistenti tra le galassie ed i buchi neri massicci (con massa dell'ordine di 10^6 - 10^{10} Msolari) che si trovano nei loro nuclei. Scopo di questa tesi è la ricerca in letteratura delle misure della massa dei buchi neri e dei parametri strutturali della galassia ospite per analizzare in dettaglio le varie relazioni esistenti tra buchi neri e galassie ospiti.

Il lavoro consiste in una lettura critica degli articoli in bibliografia. Lo studente creerà poi un database con le circa 40 misure di massa di buchi neri esistenti e le proprietà delle galassie ospiti che utilizzerà per studiare le relazioni suddette ed evidenziarne limiti e possibilità di miglioramento. Sarà utilizzato il software IDL che permette di effettuare calcoli numerici e creare grafici.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE:

Ferrarese & Ford, "Supermassive Black Holes in Galactic Nuclei: Past, Present and Future Research", (<http://arxiv.org/abs/astro-ph/0411247>);

Marconi, "Galaxies, Active Galactic Nuclei and Black Holes: Evolution and Interaction", (<http://sait.oat.ts.astro.it/MSAIS/9/PDF/285.pdf>)

TITOLO: Rotazione e materia oscura nelle galassie: un test per le teorie cosmologiche

(in collaborazione con la Dr.ssa Edvige Corbelli dell'Osservatorio di Arcetri)

DESCRIZIONE: Individuare le componenti di massa "barionica" ed il loro contributo alla rotazione delle galassie a disco e' uno dei metodi principali per evidenziare la presenza di materia oscura nel nostro Universo. Data una curva di rotazione lo studente deve ricavare le caratteristiche dell'alone di materia oscura e confrontare queste con le previsioni di uno o più modelli cosmologici per la formazione di galassie.

Il lavoro consiste in una lettura alcune parti del libro in bibliografia e di alcuni articoli. Lo studente utilizzerà poi il software IDL per analizzare la curva di rotazione di una galassia e verificare la presenza di materia oscura. I risultati saranno poi discussi criticamente nell'ambito dei modelli cosmologici per la formazione delle galassie.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE: Peebles, "Principles of Physical Cosmology"