

DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA
Lineamenti dei corsi attivati per l'A.A. 2007/2008
Ogni corso vale 5 CFR (crediti formativi alla ricerca, calcolati in base 60)
(aggiornato al 4/12/2007)

CORSI DI SEMINARI DI INDIRIZZO (3 annuali)

Sono istituiti 3 cicli *annuali* di seminari. Al loro interno sono organizzati, oltre a seminari singoli tenuti da ricercatori italiani o stranieri in occasioni di visite specifiche, anche serie di lezioni-seminari che costituiscono *minicorsi* su argomenti selezionati. A questi si affiancano anche "expertise" offerte da docenti delle Università associate al dottorato internazionale. I programmi di questi corsi sono da considerarsi indicativi, in quanto dipendono dalla disponibilità di visitatori esterni.

1) SEMINARI DI FISICA DELLA MATERIA, docente A. Rigamonti

Secondo uno schema consolidato, oltre a seminari di carattere più specifico, il corso si articolerà in alcuni mini-corsi di 6-8 ore su argomenti tematici.

Il 14 Gennaio 2008 prenderà avvio un corso tenuto da un preclaro scienziato della Accademia delle Scienze Russe, il prof. **Vsevolod Gantmakher** (Direttore della sezione teorica di JEPT, scopritore dell'effetto che porta il suo nome e autore del testo "Electron and Disorder in Solids" della Oxford U.P., 2005). Le lezioni del prof. Gantmakher verteranno su:

- i) metals with strong disorder and quantum correction to conductivity;
- ii) model structure of impurity band in semiconductors and hopping conductivity;
- iii) dc transport and localization in one-dimensional conductors;
- iv) metal-insulator transition and scaling hypothesis;
- v) quantum phase transition of localization and delocalization.

Nel mese di Febbraio il prof. **Silvano Romano** terrà un corso su "Approccio numerico a problemi di Struttura della Materia"

(corso trasversale ai Dottorati in Matematica e in Scienze Chimiche, afferenti alla Scuola di Dottorato in Scienze e Tecnologie) che si articolerà come segue:

- i) tecniche di calcolo atomico e molecolare;
- ii) l'approccio quanto - meccanico in soluzioni;
- iii) potenziali inter-molecolari e simulazione;
- iv) come stare rigorosamente sugli spin.

Ancora nel mese di Febbraio (19/2 e 21/2 2008) sono previsti due seminari su "Trasporto in catena DNA" e "Proprietà ottiche di sistemi disordinati" da parte del prof. **F.D. Adame**.

E' in via di organizzazione un corso su nuovi aspetti di magnetismo (disponibilità acquisita da parte del prof. Giancarlo Jug).

A cura del titolare saranno tenute lezioni su transizioni di fase in ferroelettrici, superconduttori e antiferromagneti quantistici 2D.

L'esame consisterà nella presentazione da parte del dottorando di un argomento concordato con il docente, tratto da un seminario o da un minicorso.

2) SEMINARI DI FISICA TEORICA E MATEMATICA, docente B. Pasquini

Saranno tenuti circa 15 seminari riguardanti tematiche proprie di questo ambito disciplinare, quali

-teoria dei sistemi dinamici e meccanica statistica

-relatività, astrofisica e cosmologia

-fisica nucleare teorica

-fisica teorica delle particelle elementari

-teorie di campo supersimmetriche e teoria delle stringhe

oltre a campi di ricerca collegati in cui si utilizzano metodi e modelli matematici propri dalla fisica teorica, quali teoria della complessità, econofisica, modellizzazione di sistemi biologici.

I relatori saranno invitati a presentare gli argomenti con un approccio accessibile a dottorandi che svolgono attività di ricerca anche in ambiti molto diversi.

Per la prova d'esame, ogni dottorando presenterà un argomento collegato alle tematiche trattate nel ciclo di seminari.

3) SEMINARI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE, docente S.P. Ratti

Minicorsi:

prof. Roberto Capuzzo Dolcetta (Un. La Sapienza): Il ruolo della gravità nella fisica degli oggetti celesti (6 seminari, data presumibile **prima metà di marzo**).

In queste lezioni si affronteranno questioni inerenti il ruolo fondamentale che ha la gravità nella formazione, struttura ed evoluzione dei corpi celesti, dai pianeti agli ammassi di galassie.

Si evidenzierà la sostanziale differenza tra la fisica terrestre e l'astrofisica, causata appunto dall'importanza della gravità su tutte le scale di interesse, di cui bisogna tenere conto in modo autoconsistente per avere una rappresentazione soddisfacente dei fenomeni in gioco.

Prof. Luciano Casè : Information & Telecommunication Technologies.

Profilo del relatore Luciano Casè (classe 1944) si laurea in Fisica nel 1966 all'Università di Milano con il prof. Sergio Ratti, e per più due anni conduce attività di ricerca e didattica all'interno del Gruppo Alte Energie dell'INFN di Milano. Nel marzo del 1969 entra come sistemista software in Sperry Univac Italia, dove resta sino al 1981, ricoprendo vari incarichi tecnici e manageriali, tra cui Direttore Marketing International e Direttore Commerciale.

Successivamente è Amministratore Delegato delle filiali italiane della GenRad e della ICL. Dal 1987 al 1990 è Direttore Commerciale e poi Direttore Ricerca e Sviluppo di Hewlett Packard Italiana. Nel 1990 fonda con altri soci la Progres dmw, società dedicata alle tecnologie CASE (Computer-Aided Software Engineering). Dal 1993 è Amministratore Delegato della Soluzioni Gestionali, joint-venture tra Data Management (Gruppo Stet-Finsiel) e Dun & Bradstreet Software. Dal 1997 è Direttore Marketing e successivamente Responsabile della Divisione Ge.Pe. (Sistemi di Gestione del Personale) di Data Management. Dall'aprile 1998 ha operato come libero professionista e consulente di tecnologie, organizzazione, marketing e formazione. Pensionato, è Segretario Generale e Webmaster del ClubTI (Club per le Tecnologie dell'Informazione) di Milano.

Il ciclo si articola su 4 incontri di due ore ciascuno, il primo dedicato ad una rassegna delle principali tecnologie digitali e dei loro elementi di integrazione, gli altri tre dedicati rispettivamente all'impatto della convergenza digitale sulla vita privata e sociale, sulle imprese, e sulla ricerca e la scienza.

Primo incontro (2 ore) – le tecnologie:

- la vita e le tecnologie negli anni '70, senza PC né telefonino
- come digerire 10 Terabyte al giorno
- cosa comprenderemo ai nostri figli per Natale

Secondo incontro – la vita personale e sociale:

- una giornata di pioggia senza Internet, ma con la penna stilografica

- per fili e per segni, la fusione della comunicazione e del linguaggio
- un'etica per un domani dematerializzato

Terzo incontro – le imprese:

- quando i computer si chiamavano calcolatori
- convergenza tra informatica e telecomunicazioni, ma organizzazioni statiche
- come far evolvere le competenze professionali

Quarto incontro – la ricerca e la scienza:

- una volta c'era la biblioteca
- l'integrazione delle conoscenze e la distanza della vista dai fenomeni
- lo sviluppo delle conoscenze, continuerà la crescita esponenziale?

Seminari singoli:

Prof. Jeffrey Coderre (M.I.T. Cambridge Mass. USA): “Sensitivity of normal rat lung BNCT irradiation”

Prof. Prof. Jean Philippe Landsberg (Un. Heidelberg): “Transition distribution Amplitudes: a novel tool to explore hadron structures”

Seminari singoli ancora da concordare.

Prof. Marco Battaglia (Un. Berkeley) Tematiche inerenti lo International Linear Collider: la fisica, la macchina, i rivelatori

Prof. Luca Trentadue (Un. di Parma)

Prof. Ugo Amaldi (Un. dell'Insubria)

Modalità di esame: seminario su argomento a scelta tra i minicorsi.

ANALISI DEI DATI E DELLE INFORMAZIONI, docente A. Fontana

Programma del corso:

1. I parte:

- Richiami di Teoria della Probabilità e di Statistica di base.
- Metodi generali della Statistica per l'analisi dei dati: tecniche di best fit, calcolo di livelli di confidenza, metodo della massima verosimiglianza, metodo dei minimi quadrati,... .
- Cenni al metodo Montecarlo: generatori di numeri casuali, calcolo di efficienze... .
- Programmi numerici di minimizzazione: Minuit, Roofit... e tecniche di interpolazione.

2. II parte:

- Metodi generali dei sistemi di acquisizione dati (DAQ).
- Elettronica di acquisizione: discriminatori, ADC, analizzatori multicanale, scalers, ... e standard internazionali: NIM, VME, GPIB... .
- Software standard per acquisizione dati (Labview) e per analisi dati (ROOT)
- Utilizzo del linguaggio C++ e di ROOT per analisi dati.

Le lezioni saranno completate da attività sperimentali in laboratorio con raggi cosmici e sorgenti radioattive.

Modalità d'esame: Seminario su approfondimenti di un argomento trattato a lezione o su un'applicazione ad un caso specifico di interesse comune.

ACCELERATORI DI PARTICELLE, docente M. Pullia

Il corso è una introduzione agli acceleratori di particelle. Nel corso verranno descritti sommariamente i principali tipi di acceleratori e con un maggior dettaglio il sincrotrone. Parlando del sincrotrone verrà introdotto il formalismo di base che serve a descrivere il moto trasversale e longitudinale delle particelle. Verranno inoltre descritti con qualche dettaglio i processi di iniezione, accelerazione ed estrazione di un fascio. Una maggiore attenzione verrà posta sulla diagnostica di fascio che verrà descritta con taglio pratico e operativo. Durante il corso verranno utilizzati codici di calcolo degli acceleratori (liberamente disponibili).

Bibliografia suggerita:

CAS - CERN Accelerator School: 5th General accelerator physics course

L'esame sarà orale con possibili piccoli esercizi.

METODI MATEMATICI AVANZATI, docente M. Carfora

Il corso si propone di illustrare le applicazioni di metodi di geometria differenziale e analisi non lineare in fisica teorica e in fisica matematica. Gli argomenti di base trattati saranno, (con possibili variazioni e integrazioni da concordare con gli studenti interessati):

(i) Richiami di geometria differenziale e teoria dei gruppi di Lie.

(ii) Teoria delle connessioni su fibrati principali e teorie di Gauge.

(iii) Cenni alla teoria delle superficie di Riemann e alla geometria dello spazio dei moduli e sue applicazioni.

La prova finale consisterà in un colloquio.

TEORIA FISICA DELL'INFORMAZIONE, docente G.M. D'Ariano

Il corso è composto di un modulo di base di 30 ore e di uno o due moduli a carattere monografico per un totale di 10 ore. La parte di base è a sua volta componibile a seconda degli interessi dello studente, comprendendo argomenti avanzati di teoria classica e teoria quantistica dell'informazione, teoria della computazione quantistica, teoria quantistica dei sistemi aperti, implementazioni fisiche nel dominio ottico-quantistico, attingendo argomenti dai corsi istituzionali di II livello di *Teoria Fisica dell'Informazione*, *Fondamenti della Meccanica Quantistica*, *Teoria della Computazione Quantistica*, e *Ottica Quantistica* (per i contenuti si vedano i programmi dei corsi al sito <http://www.qubit.it>). Anche i moduli monografici sono concordati con lo studente. Per l'anno accademico 2007-2008 si propongono i seguenti argomenti: approccio di Tomonaga Schwinger per la meccanica quantistica relativistica di sistemi aperti, statistical learning, rivisitazione di algoritmi quantistici, teoria matematica della computazione classica, automi e macchine.

Modalità della prova d'esame: Prova orale su argomenti del corso, sostituibile a discrezione del docente da una lezione completa su un argomento monografico avanzato che necessiti le competenze acquisite nel corso.

Riferimenti bibliografici:

[1] I. L. Chuang and M. A. Nielsen, *Quantum Information and Quantum Computation*, (Cambridge University Press, 2000)

[2] H-P Breuer and F. Petruccione, *The Theory of Open Quantum Systems*, (Oxford University Press, 2007)

[3] N. D. Mermin, *Quantum Computer Science*, (Cambridge University Press, 2007)

[4] Z. Manna, *Mathematical Theory of Computation* (Dover, 2003)

ELETTROMAGNETISMO E RADIAZIONE, docente M. Bornatici

Si sviluppano tematiche di elettromagnetismo classico avanzato con particolare riferimento al problema della radiazione elettromagnetica. La peculiarità del corso è l'utilizzo sistematico della tecnica delle trasformate di Fourier per la soluzione dell'equazione d'onda non-omogenea per un mezzo dispersivo e anisotropo. Il processo di emissione di onde elettromagnetiche è trattato, relativisticamente, sulla base del teorema di Poynting ed i casi specifici di emissione da multipoli, la radiazione di Vavilov-Cherenkov e la radiazione di sincrotrone sono considerati in dettaglio.

Con riferimento alla radiazione di sincrotrone, si esaminano 1) le sorgenti (di 3° generazione) di raggi X (ELETTRA, ESRF, ...); 2) sorgenti di interesse astrofisico (Crab Nebula, radiazione residua dei gamma-ray bursts, ...); 3) l'acceleratore-collisionatore LEP; 4) il free-electron laser.

L'esame consisterà in una prova scritta alla conclusione del corso.

Bibliografia suggerita:

J. Schwinger et al., "Classical Electrodynamics" (Perseus Press, 1998)

J.D. Jackson, "Classical Electrodynamics" (3rd ed., Wiley, 1999)

L. Landau and E. Lifchitz, "The Classical Theory of Fields" (4th ed., Pergamon Press, 1975)

SPETTROSCOPIA DELLA MATERIA E OTTICA X, docenti P. Carretta e A.M. Malvezzi

Il corso si propone di introdurre alcune tecniche di indagine spettroscopica che trovano oggi un vasto impiego nella fisica della materia e in altri settori disciplinari. L'obiettivo è di illustrare la strumentazione impiegata, le principali quantità osservabili e come esse sono legate alle proprietà microscopiche del sistema in esame. Dapprima verranno introdotte alcune tecniche che sfruttano sonde microscopiche locali o non locali, quali l'NMR, la μ SR, l'EPR e la diffusione di neutroni. Successivamente saranno presentate tecniche ottiche che sfruttano l'interazione fra la radiazione elettromagnetica VUV ed XUV e la materia, evidenziando le particolarità che differenziano questa radiazione rispetto a quella nel visibile. Verranno quindi presentate alcune applicazioni nel campo della fisica solare e nella fisica della materia. Si accennerà infine alle sorgenti di laboratorio utilizzate (sincrotroni e FEL) ed alle applicazioni specifiche dell'ottica X nel campo della coerenza, dell'ottica non lineare e dell'ottica diffrattiva.

La prova finale consisterà in un colloquio.

TEORIA DEI GRUPPI DISCRETI, docente G. Campagnoli

Il corso costituisce una introduzione ai principi di simmetria ed all'applicazione della teoria dei gruppi in fisica. I contenuti di massima sono i seguenti:

Simmetria ed invarianza. Gruppi di simmetria. Elementi di teoria dei gruppi astratti. Gruppi finiti. Le rappresentazioni ed i caratteri irriducibili dei gruppi finiti.

I gruppi $SO(3)$ ed $O(3)$ dal punto di vista elementare: le rappresentazioni irriducibili ad un valore. I vettori sferici. I generatori di $SO(3)$. I sottogruppi di $O(3)$; i caratteri dei gruppi cristallografici.

Relazioni di compatibilità. Simmetrie di una hamiltoniana. Perturbazione di livelli degeneri. Effetto Stark; effetto Zeeman; elettrone nel campo cristallino. Perturbazioni dipendenti dal tempo: regole di selezione.

Simmetria traslazionale nei cristalli; i reticoli di Bravais. I generatori delle traslazioni. Rappresentazioni irriducibili delle traslazioni; la zona di Brillouin. I gruppi spaziali: rappresentazioni irriducibili; esempi. Bande di energia.

La prova di esame consisterà in un colloquio.

Questo corso ha carattere trasversale all'interno della Scuola di Scienze e Tecnologie.