

Fisica dell'Atmosfera e Meteorologia

Premessa

Viene riportato di seguito l'ordinamento degli studi del corso di laurea in Fisica dell'Atmosfera e Meteorologia in base al **DM 270/2004**. Nell'A.A. 2011/12 il corso è stato trasformato in un curriculum della Laurea Triennale in Fisica. Quindi nell'A.A. 2012/2013 sarà attivo solo il terzo anno.

Ordinamento degli Studi - Laurea Triennale (DM 270)

III° Anno – I° semestre

[C]	Fis/02	Meccanica Quantistica	9 Cfu
[C]	Fis/02	Metodi Matematici della Fisica	9 Cfu
[C]	Fis/06	Fisica dell'Atmosfera	9 Cfu
[ASL]	- - -	Corso a scelta	6 Cfu

III° Anno – II° semestre

[AI]	Fis/03	Struttura della Materia	8 Cfu
[C]	Fis/06	Meteorologia Sinottica	8 Cfu
[AI]	Fis/06	Climatologia	10 Cfu
		Prova Finale	4 Cfu

Elenco dei Corsi a Scelta (da 6 CFU se non diversamente indicato)

Matematica

SSD Mat/03 Complementi di Algebra e Geometria (*)

SSD Mat/05 Fondamenti di Analisi Matematica (*)

SSD Mat/02 Algebra I (*) (8 cfu – Mutuato dal Corso di Laurea in Matematica)

Fisica

SSD Fis/03 Complementi di Ottica (*)

SSD Fis/03 Complementi di Struttura della Materia

SSD Fis/01 Elettronica I (*)

SSD Fis/03 Fisica dei Plasmi (*)

SSD Fis/06 Fisica dei Sistemi Dinamici (*)

SSD Inf/01 Fondamenti di Informatica (*) (*Mutuato dal Corso di Laurea in Informatica*)

SSD Fis/02 Metodi Probabilistici per la Fisica (*)

SSD Mat/04 Storia della Scienza (*) (8 Cfu)

SSD FIS/06 Telerilevamento (8 cfu)

Ingegneria

SSD Ing-Inf/01 Sensori ed Applicazioni (*)

(*) I corsi contrassegnati con un asterisco non richiedono come propedeutico il corso di Meccanica Quantistica.

Piani di studio

Gli studenti che seguono l'ordinamento degli studi proposto dal Consiglio di Corso di Studio non hanno l'obbligo di presentare un piano di studio. Tuttavia gli studenti possono presentare un piano di studio individuale, che deve essere coerente con gli obiettivi del Corso di Laurea e con l'Offerta Formativa. Il piano di studio individuale deve essere sottomesso al CCS per l'approvazione e potrà essere successivamente modificato dallo studente, previa nuova approvazione del CCS.

Nell'ordinamento degli studi del corso di laurea triennale in FAM di Tor Vergata (DM 270/2004) sono previsti due esami a scelta libera, per un totale di 12 CFU. Si precisa che gli studenti potranno scegliere anche un numero diverso di corsi e una distribuzione diversa dei crediti (e seguirli nell'anno e nei semestri che preferiscono), purchè il numero totale di crediti sia almeno 12. Gli studenti dovranno comunicare la propria scelta degli esami a scelta libera al CCS, che ne prenderà atto e valuterà il carattere scientifico del corso scelto.

Attività a scelta e Stage

Gli studenti della Laurea Triennale in Fisica dell'Atmosfera e Meteorologia potranno effettuare un tirocinio (stage) nell'ambito delle attività a scelta libera. Il lavoro di stage deve avere una durata

minima di circa 150 ore, dà diritto a 6 crediti formativi (6 CFU) e sostituisce l'esame a scelta libera.

Lo stage può essere svolto:

1. presso docenti e laboratori di ricerca dell'Università di Roma Tor Vergata,
2. presso un laboratorio di ricerca esterno o azienda italiana,
3. presso una istituzione estera.

Come regola generale lo stage deve essere prima concordato con il Presidente del CCS, il quale dovrà:

- a. accertare la coerenza del percorso formativo di stage con il piano di studi prescelto dallo studente
- b. nominare per i casi 2. e 3. un docente interno responsabile della valutazione finale del lavoro di stage (per il caso 1. è automaticamente il docente presso cui viene svolto lo stage)
- c. mettere lo studente a conoscenza di tutte le formalità necessarie per lo svolgimento dello stage. Per i casi 2. e 3. sono necessari accordi preliminari scritti tra l'Università di Roma Tor Vergata e l'istituzione esterna
- d. informare lo studente sulle procedure per il riconoscimento e la valutazione dello stage.

Al completamento dello stage lo studente dovrà obbligatoriamente produrre e consegnare al docente responsabile una relazione scritta, in cui sarà descritto il lavoro svolto, gli obiettivi iniziali ed i risultati raggiunti. Nei casi 2. e 3. in cui lo stage è svolto esternamente all'Università è anche necessario presentare un attestato che ne certifichi l'effettivo svolgimento e la durata.

La documentazione richiesta dovrà essere consegnata al docente responsabile, il quale dopo un esame-colloquio con lo studente, esprimerà un voto sul lavoro svolto e provvederà alla registrazione dello stage nell'apposito verbale.

Nel caso 1. in cui il docente responsabile dello svolgimento dello stage afferisca ad una Facoltà diversa da Scienze, egli dovrà rilasciare allo studente un attestato con cui certifica la durata dello stage, lo svolgimento dell'esame-colloquio ed il voto sul lavoro svolto. Lo studente dovrà presentare tale documento alla Segreteria Studenti della Facoltà di Scienze per il riconoscimento dei relativi crediti formativi.

Prova finale

La prova finale consiste nella discussione di una relazione scritta (tesi triennale), su un argomento

attuale di ricerca proposto da un relatore, nel settore prescelto dallo studente.

Lo studente dovrà dare comunicazione dell'inizio del lavoro di tesi triennale compilando il modulo, disponibile sul sito della Facoltà di Scienze.

Lo studente dovrà presentare la domanda di laurea compilando il modulo disponibile sul sito Delphi (<http://delphi.uniroma2.it/totem/jsp/index.jsp>), almeno 30 giorni prima della sessione di laurea. Una copia del modulo dovrà essere consegnata presso la Segreteria Didattica del CCS (Presidenza della Facoltà di Scienze) con il nome del docente relatore ed il titolo della tesi.

1. La relazione scritta dovrà essere consegnata alla Segreteria Didattica del CCS almeno sette giorni prima della seduta di laurea.
2. La discussione della tesi avviene in seduta pubblica davanti ad una Commissione di cinque docenti che esprime la valutazione complessiva in centodecimi, eventualmente anche con la lode, tenendo conto della media dei voti riportati negli esami, del curriculum complessivo dello studente, del lavoro di tesi e della relativa discussione. La media dei voti riportati negli esami sarà pesata con i relativi CFU acquisiti e trasformata in centodecimi. Sono esclusi dal computo i 4 CFU della prova finale e i 4 CFU dell'esame di Inglese, per il quale è prevista l'idoneità.
3. Alla formazione della media contribuiscono:
 - 1) gli esami (valutati con un voto) relativi alle attività formative: a) di base; b) caratterizzanti e c) affini o integrative;
 - 2) gli esami relativi alla attività formativa d) a scelta dello studente, limitatamente ai corsi di carattere scientifico, come da parere del CCS.

Nella formazione della media non si terrà conto dei voti più bassi, per un massimo di:

24 cfu se lo studente si laurea in corso

12 cfu se lo studente si laurea durante il primo anno fuori corso

6 cfu in tutti gli altri casi

Per gli studenti immatricolati prima dell'A.A. 2010/11, nella formazione della media non si terrà conto dei voti più bassi per un massimo di

36 cfu per chi si laurea in corso

24 cfu per chi si laurea durante il primo anno fuori corso

12 cfu in tutti gli altri casi

Agli studenti che superano i 110 punti può essere attribuita la lode, su proposta scritta del docente relatore, con voto unanime della commissione.

Programmi dei corsi**ALGEBRA I - 6 CFU***Prof.ssa Elisabetta Strickland*

[Programma di Algebra I per Fisici, sottoinsieme del corso per Matematici da 8 cfu].

Definizioni di gruppo. Sottogruppi, Gruppi simmetrici. Gruppi diedrali. Sottogruppi. Classi laterali rispetto ad un sottogruppo. Teorema di Lagrange. Teorema di Cayley. Sottogruppi normali. Gruppi quoziente. Teorema di omomorfismo per i gruppi. Teoremi di isomorfismo per i gruppi. Automorfismi. Automorfismi interni. Quoziente di un gruppo sul suo centro. Applicazioni.

* * * * *

CLIMATOLOGIA - 10 CFU*Dott. Federico Fierli*

Gli elementi del sistema climatico, Scale di tempo e spazio. Forzante climatica. Variabilità forzata ed interna del sistema climatico. Retroazione, Sensitività climatica: l'esempio della retroazione del vapore acqueo e delle nubi. Equilibrio Radiativo ed Effetto Serra, Equazione di conservazione dell'energia e tasso di riscaldamento. Profilo verticale di temperatura determinato dalla condizione di equilibrio radiativo: problema dei due Flussi in atmosfera opaca nell'infrarosso. Equilibrio Radiativo-Convettivo, Atmosfera umida e modello di Manabe. Il ruolo delle nubi sul bilancio radiativo Retroazione del vapore acqueo ed effetto Serra a Valanga. Fattori limitanti l'effetto serra a valanga e modello di Ingersoll. Cenni di atmosfere planetarie. Il bilancio radiativo osservato in media spaziale e temporale, trasporto di energia e modelli "energy balance". Forme di Energia e loro interscambio. Forzanti energetiche del sistema atmosferico. Flussi di energia: medie, Transienti ed Eddies; Flussi di energia osservati, ruolo della circolazione oceanica e deposito di energia. Scambi di energia oceano-atmosfera e fenomeno di "El Nino". Variabilità paleoclimatica: osservazioni, modello "snowball earth" e transizioni ghiaccio-oceano, cenni sulla risonanza stocastica. Cicli Biogeochimici, origine della composizione atmosferica terrestre, richiami di chimica, Ciclo dell'ossigeno e ciclo di Chapman, Ciclo del carbonio in atmosfera e oceano. Bilancio delle emissioni chimiche al suolo, ossidazione, cicli catalitici, costanti di tempo chimiche e di trasporto. Chimica dell'ozono stratosferico polare, dinamica stratosferica, trasporto e climatologia dell'ozono, retroazioni climatiche della riduzione di ozono, Il protocollo di Montreal Modelli di analisi e previsione climatica Misure climatologiche.

TESTI CONSIGLIATI:

- J. P. Peixoto and A. H. Oort. New York, USA: American Institute of Physics, 1992
- Daniel J. Jacob, Introduction to Atmospheric Chemistry, Princeton University Press, 1999.
(disponibile su: <http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/index.html>)
- Fierli: Dispense del corso.

COMPLEMENTI DI ALGEBRA E GEOMETRIA - 6 CFU*Prof. Francesco Brenti*

Gruppi. Sottogruppi. Classi laterali. Teorema di Lagrange. Sottogruppi normali. Gruppi quozienti. Omomorfismi. Teorema di Cayley. Spazi topologici. Topologia Euclidea. Aperti e chiusi. Omeomorfismi. Funzioni continue. Interno e chiusura. Distanze. Spazi metrici. Limiti. Topologia prodotto. Connessione. Connessione per archi. Compattezza. Gruppi di matrici. Gruppo generale lineare. Gruppo ortogonale. Gruppo unitario. I gruppi speciali lineari e ortogonali. Isometrie dello spazio Euclideo. Gruppi di simmetrie. Gruppo simmetrico. Gruppi classici di Lie. Algebre di Lie. Spazi tangenti. Azioni. Teorema di Burnside. Applicazioni. Rappresentazioni di gruppi. Classi di coniugio. Rappresentazioni matriciali. G-moduli. Algebre gruppo. Rappresentazioni irriducibili. Teorema di Maschke. Somme dirette. Lemma di Schur. Algebre commutanti e di endomorfismi. Prodotto tensoriale di rappresentazioni.

COMPLEMENTI DI OTTICA - 6 CFU*Dott. Paolo Proposito*

Interferenza e diffrazione. Polarizzazione della luce. Ottica all'interfaccia tra due mezzi. Birifrangenza. Scattering della luce. Quantizzazione del campo elettromagnetico. Coefficienti di Einstein. Teoria microscopica e macroscopica dell'assorbimento ottico. Indice di rifrazione. Allargamenti di riga. Cenni di ottica guidata. Guide d'onda dielettriche. Modi ottici. Perdite ottiche in film sottili. Ellissometria spettroscopica.

TESTI CONSIGLIATI:

R. Loudon, The quantum theory of light, Oxford Science 1983
G. Lifante, Integrated Photonics Fundamentals, Wiley 2003

COMPLEMENTI DI STRUTTURA DELLA MATERIA - 6 CFU*Prof. Maurizio De Crescenzi*Richiede il superamento di Meccanica Quantistica.

Il corso è diretto a studenti del terzo anno che intendono acquisire una preparazione di base sui fondamenti sperimentali e teorici della struttura degli atomi e dei solidi. Particolare riguardo sarà dato alle applicazioni di nuovi fenomeni fisici quali le nanostrutture, la superconduttività ad alta temperatura, l'STM (scanning tunneling microscopy) e il laser a semiconduttore.

TESTI CONSIGLIATI:

R. Eisberg e R. Resnick: Quantum Physics per atomi e introduzione storica

S.M. Sze: Fisica dei dispositivi a semiconduttore

C. Kittel: Introduzione alla Fisica dello Stato Solido

ELETTRONICA I - 6 CFU

Prof. Roberto Messi

Reti a parametri concentrati. Risposte nel dominio del tempo, della frequenza e della frequenza complessa (Trasformata di Laplace e sue applicazioni). Teoremi sulle reti. La controreazione. Amplificatori differenziali e operazionali. Applicazioni lineari e non lineari.

FISICA DELL'ATMOSFERA - 9 CFU

Docente da definire

Costituzione fisica dell'atmosfera e principali cambiamenti di stato. Lo strato limite superficiale e il bilancio energetico. Effetti radiativi nell'atmosfera. Corpi nuvolosi e convezione atmosferica.

FISICA DEI PLASMI - 6 CFU

Dott. Giuseppe Consolini

Introduzione ai plasmi. Moto di particelle nel campo elettromagnetico. Descrizione cinetica e fluida. Equazioni magnetoidrodinamiche. Equilibrio idromagnetico. Processi Collisionali, Onde nei plasmi. Instabilità. Elicità magnetica e topologia. Riconnessione magnetica. Effetti nonlineari. Applicazioni: proprietà dei plasmi spaziali, vento solare e plasmi magnetosferici. Cenni di turbolenza magnetoidrodinamica.

FISICA DEI SISTEMI DINAMICI - 6 CFU

Dott.^{ssa} Alessandra Lanotte

Introduzione ai sistemi dinamici e al caos deterministico; Sistemi continui e discreti, mappe 1d, modello di Lorenz; Sistemi dinamici conservativi e dissipativi; Punti fissi e stabilità lineare; Esponente di Lyapunov; Misura invariante, naturale, ipotesi ergodica; Attrattore strano e proprietà frattali; Esponenti di Lyapunov generalizzati; Cenni di teoria delle grandi deviazioni; Scenari di transizione al caos; Cenni su processi stocastici.

FONDAMENTI DI ANALISI MATEMATICA - 6 CFU

Dott. Gerardo Morsella

Numeri reali, successioni e serie, limiti, spazi di Banach, teoria dell'integrazione di Riemann-Cauchy, calcolo differenziale in una dimensione, relazione fra differenziazione ed integrazione, calcolo differenziale in più variabili, misure di probabilità. Spazi di Hilbert, operatori limitati su spazi di Hilbert, algebre C^* , rappresentazioni e stati. Rappresentazioni nella meccanica quantistica elementare, relazioni canoniche di commutazione, l'oscillatore armonico, algebre di Weyl. Momento angolare, addizione di momenti angolari, gruppo di rotazione e suo gruppo di ricoprimento, rappresentazioni a meno di una fase e coomologia. Operatori autoaggiunti non limitati, generatori di gruppi di unitari ad un parametro, Hamiltoniani, trasformazione di Cayley e estensioni autoaggiunte.

FONDAMENTI DI INFORMATICA - 6 CFU

Prof. Benedetto Intrigila (Mutuato dal corso di Laurea Triennale in Informatica)

Cenni sull'architettura di un calcolatore, CPU, memorie RAM, dischi rigidi. Sistemi operativi. Comunicazioni tra calcolatori e con hardware esterno. Programmi di scrittura scientifica: breve introduzione a tex. Scrittura di una semplice relazione scientifica in Latex. I compilatori. Introduzione alla programmazione strutturata, diagrammi di flusso. Esempi di facili programmi in Matlab. Importanza delle approssimazioni numeriche introdotte nella soluzione di facili problemi di fisica.

LABORATORIO DI FISICA DELL'ATMOSFERA - 8 CFU

Docente da definire

Metodi di misura dello strato limite planetario: stazioni meteo, anemometro sonico, sodar, wind profiler. Misure del bilancio energetico dello strato limite. Analisi dati: bilancio superficiale, bilancio radiativo, parametrizzazione dei flussi turbolenti, circolazione.

MECCANICA QUANTISTICA - 9 CFU

Prof. Luca Biferale

Richiede il superamento di Calcolo 2, Geometria, Fisica 1, Fisica 2.

Crisi della Fisica Classica. Corpo nero. Effetto fotoelettrico. Fenomeni ondulatori, interferenza e diffrazione. Postulati della Meccanica Quantistica. Equazione di Schroedinger unidimensionale: buca di potenziale, effetto tunnel, oscillatore armonico. Equazione di Schroedinger tridimensionale: atomo di idrogeno. Momento angolare, composizione dei momenti angolari. Spin e momento magnetico. Particelle identiche, principio di Pauli. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo, teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo. Metodi variazionali.

METEOROLOGIA SINOTTICA - 8 CFU*Docente da definire*

Requisiti per l'osservazione meteorologica. Telerilevamento da satellite. Rappresentazione dei parametri atmosferici. Espressioni per il vento in relazione alla pressione, caso geostrofico, di gradiente e con attrito. Struttura delle configurazioni sinottiche assolute e relative e categorie basilari fenomenologiche. Classificazione planetaria delle masse d'aria troposferiche. Sistemi a scala sinottica delle medie latitudini. Sistemi a scala sinottica delle basse latitudini. Fenomenologia a scala sub sinottica.

METODI MATEMATICI DELLA FISICA - 9 CFU*Prof. Giancarlo Rossi*Richiede il superamento di Geometria e Calcolo 3.

Funzioni analitiche di variabile complessa. Teoremi di Cauchy. Funzioni monodrome e polidrome. Spazi vettoriali ad un numero finito di dimensioni: vettori e operatori lineari. Autovalori e autovettori. Rappresentazione spettrale. Polinomi ortogonali. Operatore aggiunto, autoaggiunto, unitario e normale. Cenni di teoria delle distribuzioni. Serie e trasformate di Fourier.

METODI PROBABILISTICI PER LA FISICA - 6 CFU*Dott. Gaetano Salina*

Definizione di probabilità e proprietà elementari. Distribuzione binomiale, di Poisson e Gaussiana e relazioni tra esse. Legge dei grandi numeri e Teorema del limite centrale (CLT) per variabili indipendenti. Non validità del CLT: distribuzione di Cauchy. Variabili dipendenti: distribuzione gaussiana e CLT. Random walk e limite del continuo. Problema della rovina del giocatore. Catene di Markov: definizione. Probabilità di transizione. Stati accessibili, ricorrenti e periodici. Criterio e Teorema di ricorrenza. Comportamento asintotico nel tempo. Teoremi di convergenza alla misura invariante. Bilancio dettagliato. Metodi Monte Carlo. Algoritmi numerici: Metropolis, Dinamica di Glauber e di Kawasaki.

STRUTTURA DELLA MATERIA - 8 CFU*Prof.^{ssa} Anna Sgarlata*Richiede il superamento di Meccanica Quantistica.

Atomi idrogenoidi in campi elettrici e magnetici. Atomi multielettronici. Metodi approssimati. Iterazione di atomi con il campo di radiazione. Struttura di molecole semplici. Moti elettronici e nucleari. Moti elettronici e nucleari. Spettri molecolari.

TESTI CONSIGLIATI

B.H. Bransden, C.J. Joachain: Physics of Atoms and Molecules, Longman (1986)

A. Balzarotti, M. Cini, M. Fanfoni: Atomi, Molecole e solidi. Esercizi risolti Springer Verlag (2004)

Appunti distribuiti a lezione.

STORIA DELLA SCIENZA - 8 CFU

Prof. Lucio Russo

Conoscenze pre-scientifiche e scienza: cenni al problema della demarcazione. La filosofia naturale della Grecia classica. Metodo e risultati della scienza ellenistica. Il Rinascimento scientifico. L'età galileiana. Principali caratteristiche della scienza settecentesca. La nascita delle principali teorie dell'Ottocento: geometrie non euclidee, termodinamica, elettromagnetismo, chimica, teoria dell'evoluzione. Crisi della scienza esatta nel primo Novecento. Sviluppo dell'informatica e sue conseguenze. Mutamenti del rapporto tra scienza e tecnologia.

TELERILEVAMENTO - 8 CFU

Dr. Gianluigi Liberti

Aspetti teorici: definizioni, trasporto radiativo. Aspetti tecnico-strumentali: Orbite dei satelliti, Geometrie di scansione, Tipologie di strumenti. Applicazioni: Atmosfera: Nubi, Precipitazioni, Contenuti integrati di gas, Parametri d'instabilità, aerosols, vento. Superficie: Temperatura, albedo e riflettanza, copertura e vegetazione clorofilla, flussi radiativi e turbolenti.

TESTI CONSIGLIATI

J. Lenoble, Atmospheric Radiative Transfer, Deepak Publishing

I. Sokolik: Remote Sensing of the Atmosphere and the Oceans

G. Liberti: dispense