

## Manifesto degli Studi della LM in FISICA

TABELLA DEGLI INSEGNAMENTI – La tabella deve essere completata con gli insegnamenti del II anno

Insegnamento	Moduli	SSD	CFU	Risultati d'apprendimento previsti
Acceleratori di Particelle		Fis/04	6	Conoscenza degli aspetti fondamentali delle tecniche di accelerazione e trasporto dei fasci di particelle e la loro caratterizzazione. Conoscenza delle prestazioni, applicazioni e caratteristiche di funzionamento delle principali tipologie di acceleratori di particelle. Apprendimento delle fondamentali nozioni teoriche e dei metodi per la progettazione e l'analisi di canali e reticoli magnetici e sistemi di accelerazione. Conoscenza delle più interessanti tecniche e soluzioni innovative per gli acceleratori di particelle attraverso l'esplorazione delle nuove applicazioni e delle attuali linee di ricerca e sviluppo.
Archivi Astronomici		Fis/05	6	Conoscenza del formato FITS dei dati astronomici e della struttura a livelli degli archivi. Conoscenza delle tecniche di creazione, gestione ed archiviazione di dati astronomici e della struttura dei database utilizzati. Conoscenza dei principali centri di dati astronomici e delle tecniche di accesso ed utilizzo dei dati di archivio (cross-correlazioni di diversi cataloghi, costruzione di distribuzioni spettrali di energia multi-frequenza). Conoscenza dei tools di analisi scientifica interattiva di dati astronomici da archivio. Conoscenza dell'Osservatorio Virtuale (Virtual Observatory, VO): scopo, definizione degli standard internazionali, pubblicazione nel VO di cataloghi ed archivi, principali programmi.
Astrobiologia		Bio/01	6	Origine della vita sulla Terra: aspetti geologici, chimici, biologici, planetari. Caratteristiche fondamentali dei sistemi viventi. Forme di vita in ambienti terrestri estremi e loro rilevanza in astrobiologia. Esperimenti in Low Earth Orbit. Possibilità di vita nel sistema solare: Venere, Marte, Titano, Europa, Callisto. Possibilità di vita al di fuori del sistema solare. Pianeti extrasolari. L'equazione di Drake. Il paradosso di Fermi. Il progetto SETI.
Astrofisica delle Alte Energie		Fis/05	6	Il corso si prefigge di fornire gli strumenti teorici ed osservativi per lo studio degli oggetti compatti nella banda delle alte energie. Introduzione: storia dell'astronomia X e Gamma; contatori proporzionali, strumenti collimati, strumenti ad immagine, risoluzione angolare, energetica e temporale. Cenni di statistica dei segnali e di analisi temporale e spettrale nelle alte energie. Fondamenti: meccanismi di emissione e assorbimento; fisica della materia degenere e stelle degeneri (nane bianche e stelle di neutroni); cenni sulla fisica dei buchi neri; teoria dell'accrescimento, meccanismi di trasferimento di massa. Sorgenti stellari compatte di radiazione X e Gamma: pulsar radio, binarie a raggi X di piccola e grande massa, oggetti compatti isolati, magnetars, variabili cataclismiche. Cenni su emissione di alta energia da stelle non degeneri, resti di supernovae, AGN e galassie del gruppo locale. Lampi di raggi gamma. Esercitazione pratica di analisi dati nella banda X.
Astrofisica delle Galassie		Fis/05	6	Conoscenza delle proprietà morfologiche e dinamiche delle galassie locali, e delle loro componenti stellari, gassose, di materia oscura. Conoscenza delle proprietà statistiche delle galassie. Conoscenza dei principali strumenti di descrizione dell'equilibrio di sistemi autogravitanti. Apprendimento dei meccanismi di formazione delle strutture cosmiche in contesto cosmologico, delle proprietà osservative delle galassie di alto redshift, dei principali processi evolutivi delle galassie legati alla fisica del gas e delle popolazioni stellari. Conoscenza delle principali problematiche aperte nella ricerca riguardante la evoluzione cosmologica delle galassie.
Astrofisica Extragalattica I "Extragalactic Astrophysics 1"		Fis/05	6	Conoscenze fondamentali sulla struttura delle galassie e dei Nuclei Galattici Attivi, sulle loro proprietà emissive, sulla selezione di campioni statisticamente significativi, e sulla evoluzione delle sorgenti in un contesto cosmologico.
Astrofisica Extragalattica 2 "Extragalactic Astrophysics 2"				Struttura su grande scala dell'universo. Formazione e dinamica della ragnatela cosmica, degli ammassi e dei gruppi di galassie. Modelli semplici di collasso per la materia oscura. Fisica del gas intergalattico e intracluster. Meccanismi di riscaldamento e raffreddamento. Arricchimento chimico del gas intergalattico e

				intracluster. Osservazione degli ammassi di galassie nelle bande a raggi X e delle microonde, $Ly_{\alpha}$ e X-ray-forest. Stima della massa degli ammassi di galassie: metodi dinamici, osservazioni nelle bande a raggi X e delle microonde, lenti gravitazionali. Cosmologia con gli ammassi di galassie: funzione di massa, leggi di scala
Astrofisica Stellare "Stellar Astrophysics"		Fis/05	6	Conoscenza approfondita dei meccanismi fisici e delle equazioni di conservazione degli interni stellari. Conoscenza degli input fisici (opacità, equazione di stato, sezioni d'urto) utilizzati per il calcolo dei modelli evolutivi. Conoscenze di base sulla formazione stellare. Conoscenze approfondite sulla traccia di Hayashi, sulle fasi di bruciamento centrale di idrogeno e sulla sequenza principale. Conoscenze approfondite sulle fasi di bruciamento centrale di elio, sui rami orizzontali e sui "blue loops". Conoscenza dei meccanismi fisici che causano le oscillazioni stellari. Conoscenze approfondite sulle fasi evolutive avanzate ed in particolare sulle sequenze di raffreddamento delle nane bianche. Conoscenza delle proprietà evolutive e cinematiche dei sistemi stellari Galattici (ammassi aperti, ammassi globulari). Conoscenza approfondita delle proprietà evolutive delle popolazioni stellari semplici e complesse e dei parametri stellari (età, abbondanza di elio, funzione di massa iniziale, scala delle distanze) di interesse cosmologico.
Cibernetica Applicata				Calcolatori elettronici –Algebra di Boole. Reti logiche. Codici numerici. Algoritmi di calcolo. Convertitori analogico/digitale. Famiglie di circuiti logici. Microprocessori. Calcolatori ed Elaboratori digitali di segnali (DSP).
Cibernetica I		Fis/01	6	Teoria della comunicazione, con i fondamentali teoremi basati sul concetto di entropia. Applicazione alla elaborazione di immagini nei due domini, dello spazio e della frequenza.
Cibernetica 2		Fis/01	6	"Reti neurali e calcolo proposizionale. Dal perceptrone al perceptrone multiplo - Reti Feed-forward - Meccanismi di apprendimento - Reti ad attrattori come sistemi dinamici - Modello di Hopfield – Hardware Neuromorfico - Architetture di calcolo parallelo: Algoritmi ed Architetture - Evoluzione tecnologica dei dispositivi di calcolo - Dal computer ottico a quello quantistico.
Complementi di Meccanica Statistica		Fis/03	6	Sistemi statistici disordinati: vetri di spin, reti neurali e teoria dell'ottimizzazione. Metodo delle repliche. Cenni sugli algoritmi numerici per la simulazione di sistemi disordinati e frustrati.
Complementi di Struttura della Materia		Fis/03	6	Il corso è diretto a studenti 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, il laser a semiconduttore e le nanotecnologie.
Elettronica I		Fis/01	6	Acquisizione dei contenuti di base di elettronica analogica e digitale: comportamento fisico e modelli dei principali dispositivi a semiconduttore (diodi, transistor unipolari e bipolari). Conoscenza dei criteri di analisi e di progetto dei sistemi che utilizzano tali dispositivi.
Elettronica 2		Fis/01	6	Risoluzione di circuiti lineari con il metodo della trasformata di Laplace. Elementi di teoria dei segnali. Serie e Trasformata di Fourier. Campionamento di segnali analogici. Fast Fourier Transform (FFT). Progettazione di amplificatori a più stadi. Componenti a microonde. Elementi di trasmissione dati. Circuiti base per la progettazione di sistemi elettronici avanzati. Modulazione dei segnali. Circuiti omodina, supereterodina e loro applicazioni.
Elettronica Digitale		Fis/01	6	Sistemi di numerazione ed operazioni nelle varie rappresentazioni. Algebra booleana. Funzioni booleane. Funzioni in forma canonica e tecniche di riduzione a forma canonica. Minimizzazione delle funzioni booleane con metodi vari (algebrici, mappe di Karnaugh e Quine-McCluskey). Minimizzazione di un sistema di funzioni booleane. Tecniche di progetto dei circuiti combinatori. Comportamento dinamico dei circuiti combinatori, alee statiche e dinamiche. Metodi per l'eliminazione delle alee. Elementi di memoria. Tempi di setup e di hold, metastabilità. Macchine a stati di Mealy e di Moore. Tecniche di progetto di circuiti sequenziali sincroni. Circuiti sequenziali asincroni. Convertitori A/D e D/A. Famiglie logiche.

				Memorie. Elementi di trasmissione dati. Tecniche di progetto di sistemi digitali ad alta frequenza.
Fenomenologia delle Particelle Elementari		Fis/02	6	Conoscenza delle predizioni del Modello Standard delle particelle elementari per alcuni processi tipici e loro confronto con risultati sperimentali, al fine di verificare il modello e vincolarne i parametri liberi (in particolare: carica forte, carica debole, masse dei quark, alcuni elementi di matrice CKM). Acquisizione/approfondimento dei metodi teorici più importanti per la fenomenologia delle particelle elementari: hamiltoniane effettive, sviluppi operatoriali a corta distanza, serie perturbative migliorate via gruppo di rinormalizzazione, approccio reticolare alla QCD.
Fisica Adronica		Fis/04	6	Correlazioni tra nucleoni. Matrici densità a uno e a più corpi. Materia nucleare. Metodi accurati per la determinazione dell'energia e delle funzioni d'onda per sistemi di pochi nucleoni e per la materia nucleare. Metodi variazionali. Basi correlate. Diffusione quasi-elastica elettrone-nucleo. Funzioni di risposta non polarizzate e polarizzate. Funzione di scaling nucleare. Teoria di campo efficace per sistemi di nucleoni. Simmetria chirale. Covarianza di Poincaré. Equazioni covarianti per trasformazioni di Poincaré per sistemi di nucleoni interagenti. Modelli a quark e spettroscopia degli adroni. Funzioni di struttura partoniche generalizzate.
Fisica Biologica I		Fis/07	6	Definizione di sistema vivente: complessità e sistema vivente L'evoluzione: l'origine del sistema solare; l'evoluzione della Terra; la protocellula di Oparin. La cellula: procarioti ed eucarioti. Gli acidi nucleici: duplicazione; trascrizione; traduzione. Contenuto informativo del genoma: il problema di Hamilton e il DNA computing; legge di Zipf e invarianti di scala; entropia relativa e similarità tra sequenze. Le proteine: sequenza amminoacidica; gli aminoacidi. Metodi matematici per l'analisi delle sequenze: processi di Markov; Teorema di Bayes nel continuo; pressione selettiva e abbondanza o rarità di oligonucleotidi; il modello di Eigen.
Fisica Biologica 2		Fis/07	6	Sequenze proteiche: allineamento e programmazione dinamica. Il sistema immunitario: mimesi molecolare e malattie auto-immuni. Evoluzione e costanti biologiche: 4 basi; 20 a.a.; a.a. levogiri; a-a.a.. La struttura secondaria: $\alpha$ -elica e $\beta$ -foglietto; idropaticità e DG di trasferimento; profili di idropaticità e anfifilicità; modello di Kauzmann. La struttura terziaria: Forze che guidano il folding. Le membrane biologiche: lipidi; micelle; Langmuir-Blodgett; lipid rafts. Le proteine di membrana. Tecniche spettroscopiche in biologia: limiti e potenzialità. Richiami di meccanica quantistica: teoria delle perturbazioni e sezioni d'urto. Spettroscopia di assorbimento ai raggi X: apparato sperimentale; analisi del segnale ed estrazione dei dati strutturali
Fisica Computazionale		Fis/01	8	<b>Docente da definire</b>
Fisica dei Fluidi Complessi e Turbolenza		Fis/01	10	Conoscenze approfondite nel campo della fluidodinamica specialistica di fluidi omogenei e a più fasi. Capacità di risolvere problemi con derivate parziali e con condizioni al bordo non stazionarie. Nozioni di meccanica statistica del non equilibrio e di dinamica di sistemi caotici dissipativi.
Fisica dei Fluidi Complessi e Turbolenza/A		Fis/01	8/6	Conoscenze nel campo della fluidodinamica di fluidi omogenei e a più fasi. Capacità di risolvere problemi con derivate parziali e con condizioni al bordo non stazionarie. Nozioni di meccanica statistica del non equilibrio e di dinamica di sistemi caotici dissipativi.
Fisica dei Dispositivi a Stato Solido		Fis/03	6	Conoscenza dei principali dispositivi a stato solido con particolare riferimento alle proprietà dei semiconduttori, ai principi fisici alla base del funzionamento dei dispositivi e alle loro caratteristiche applicative. Capacità di correlare le conoscenze teoriche e sperimentali di base alle proprietà finali e allo sviluppo dei dispositivi. Specifica conoscenza di giunzioni, diodi, transistor unipolari e bipolari a omo- ed eterogiunzione. Cenni ai dispositivi optoelettronici e a bassa dimensionalità.
Fisica dei Plasmi		Fis/03	6	Acquisizione delle conoscenze di base relative alla descrizione dei plasmi spaziali e di laboratorio: moto di particelle in campi elettromagnetici, descrizione cinetica e fluida dei plasmi, equazioni magnetoidrodinamiche, onde nei plasmi, instabilità di plasma, riconnessione magnetica. Concetti avanzati sull'evoluzione e descrizione dei plasmi: elicità magnetica e turbolenza magnetoidrodinamica.

Fisica dei Sistemi Dinamici		Fis/02	8	Conoscenze di base della dinamica nello spazio delle fasi classico. Concetto di chaos deterministico; di forte dipendenza dalle condizioni iniziali e di predicibilità. Capacità di studiare analiticamente e numericamente la transizione al chaos e le proprietà statistiche delle misure di probabilità.
Fisica dei Sistemi Dinamici/A		Fis/02	6	Conoscenze di base della dinamica nello spazio delle fasi classico. Concetto di chaos deterministico; di forte dipendenza dalle condizioni iniziali e di predicibilità. Capacità di studiare analiticamente e numericamente la transizione al caos e le proprietà statistiche delle misure di probabilità.
Fisica dei Sistemi Semiconduttori a Bassa Dimensionalità		Fis/03	6	Introduzione del concetto di bassa dimensionalità nei solidi (Quasi-dimensioni). Realizzazione di strutture a bassa dimensionalità nei semiconduttori tramite crescita epitassiale e litografia. Effetti di dimensionalità in 0,1,2, e 3 dimensioni saranno discussi: la densità degli stati, Boltzmann e trasporti balistici, 1-d e 2-d gas di elettroni, Landauer-Büttiker formula. In particolare Quantum Wells (QW), Quantum Dots (QD), effetto Hall quantistico e il blocco di Coulomb saranno discussi. Ciò comprende la loro importanza per le tecniche di misurazione e della tecnologia moderna.
Fisica dei Solidi		Fis/03	6	Acquisizione dei concetti di base riguardanti le proprietà dielettriche e ottiche, le proprietà di trasporto in campi elettrici e magnetici, elementi di magnetismo e la superconduttività di solidi cristallini.
Fisica del Neutrone e Applicazioni		Fis/03	6	Apprendimento dei principi basilari della spettroscopia dei neutroni, in termini di conoscenza delle proprietà generali della sonda, delle sorgenti pulsate e continue, della strumentazione di neutroni e dei processi di diffrazione e scattering di neutroni. Conoscenza delle applicazioni al settore dei materiali e dispositivi elettronici e dei beni culturali.
Fisica della Gravitazione		Fis/01	6	Il principio di equivalenza. Misure della costante di Newton e dell'universalità della caduta libera dei gravi. Esperimenti e limiti sulle deviazioni dalla legge di Newton e sull'esistenza di ulteriori interazioni. Riduzione del rumore in esperimenti di precisione. Richiami di Relatività Generale. Teorie alternative e formalismo PPN. Verifiche sperimentali a terra e nello spazio. Gravitomagnetismo. Misura dell'effetto Lense-Thirring. Le onde gravitazionali nella Relatività Generale e in teorie alternative. Sorgenti astrofisiche di onde gravitazionali: supernovae, coalescenze di stelle di neutroni e di buchi neri, pulsars. Fondo stocastico di onde gravitazionali. Esperimenti di rivelazione delle onde gravitazionali a terra e nello spazio.
Fisica delle Astroparticelle		Fis/05	6	Apprendimento delle nozioni basilari di cosmologia. Approfondimento delle tematiche attinenti ai raggi cosmici e dei concetti e delle problematiche teoriche e sperimentali relative all'antimateria, alla materia oscura, all'oscillazione dei neutrini, alle onde gravitazionale.
Fisica delle Basse Temperature		Fis/03	6	Principi fisici del raffreddamento di gas. Liquefazione e proprietà degli isotopi dell'elio. Scambiatori di calore, motori ad espansione, refrigeratori a diluizione. Smagnetizzazione adiabatica e nucleare. Termometria a basse temperature. Superconduttori del I e del II tipo. Proprietà magnetiche dei superconduttori, superconduttività debole (effetto Josephson).
Fisica delle Particelle Elementari I		Fis/04	6	Interazioni adroniche e modello a quark. L'equazione di Dirac e le matrici $\gamma$ . Richiami sui diagrammi di Feynman. Calcolo di una sezione d'urto. Test di QED. Cenni sui diagrammi di ordine superiore. Il Lamb shift e la misura del $(g-2)$ . La teoria V-A. L'angolo di Cabibbo. Decadimento dei mesoni K neutri. Violazione di CP. Matrici CKM e triangolo di unitarietà. Modello a partoni. Scattering anelastico di leptoni. Funzioni di struttura. Test del Modello Standard. Osservazione del quark top. Oscillazioni dei neutrini.
Fisica delle Particelle Elementari 2		Fis/04	6	Test del Modello Standard. La ricerca del Bosone di Higgs. Misura delle proprietà degli eventi con quark beauty e top ad LHC. Ricerche di fisica oltre il Modello Standard ad LHC.
Fisica delle Superfici		Fis/03	6	Conoscenza delle proprietà strutturali di superfici ed interfacce su scala mesoscopica e su scala atomica. Superfici ideali e reali: ricostruzione, rilassamento, difetti. Processi di superficie: assorbimento, diffusione, nucleazione. Tecniche di indagine strutturale. Conoscenza delle proprietà elettroniche delle superfici: stati di superficie e cenni ai vari metodi di calcolo. Tecniche spettroscopiche di indagine della struttura elettronica delle

				superfici. Conoscenza di modelli e tecniche di crescita epitassica di superfici e nanostrutture.
Fisica Medica		Fis/07	6	Conoscenza delle diverse tecniche di indagine anatomica e funzionale cerebrale. Approfondimento sulle tecniche di indagine bioelettrica: magneto- ed elettro-encefalografia. Saper utilizzare su dati reali diverse tecniche di analisi, lineari e non, per lo studio della funzionalità cerebrale. Cenni sulla adronterapia e sulla interazione fra radiazione ionizzante carica e materia, con attenzione ai possibili effetti sulle funzioni cerebrali.
Fisica Nucleare		Fis/04	6	Conoscenza approfondita delle reazioni di diffusione elastica ed anelastica su nuclei e nucleoni. Elementi teorici relativi all'interazione nucleone-nucleone. Conoscenza della diffusione profondamente anelastica sui nucleoni anche nel caso di fasci e bersagli polarizzati. Tecniche di polarizzazione e misura dei bersagli polarizzati.
Fisica Solare Sperimentale "Experimental Solar Physics"		Fis/05	6	Concetti avanzati sugli effetti del seeing astronomico sulle osservazioni. Conoscenze di base sulle ottiche adattive e sulla strumentazione utilizzata in fisica solare.
Fisica Solare Teorica		Fis/05	6	La struttura interna del sole quieto, reazioni nucleari ed il problema dei neutrini. Eliosismologia, tachocline e dinamo solare. La convezione turbolenta nel Sole: nuovo paradigma. La superficie solare: Sole quieto ed attivo. Lo spettro solare: formazione delle righe spettrali. Dinamica fotosferica e cromosferica. Dalla cromosfera alla corona solare: il problema del riscaldamento coronale. Flare ed Emissioni di Massa Coronale (CME). L'irradianza solare, la sua variabilità spettrale e temporale ed il clima terrestre. Telescopi per la Fisica Solare.
Fisica Spaziale		Fis/05	6	Particelle cariche in campo magnetico. Cinture di Van Allen. Plasma diluito magnetizzato. Vento solare: modello di Parker, eliosfera. Campo geomagnetico e vento solare, magnetopausa, magnetosfera, coda geomagnetica. Attività solare ed effetti a terra, "substorm", tempeste magnetiche. Strumenti: magnetometri e analizzatori di particelle. Veicoli spaziali: alimentazione, telemetria, assetto. Volo spaziale: razzi, orbite, immissione in orbita, trasferimento di orbita, missioni planetarie.
Fisica Teorica I		Fis/02	6	Conoscenza approfondita delle leggi dell'elettromagnetismo classico. Conoscenza della teoria della relatività speciale e della sua applicazione alla formulazione covariante dell'elettromagnetismo. Conoscenza della formulazione lagrangiana e hamiltoniana dell'elettromagnetismo.
Fisica Teorica 2		Fis/02	9	Conoscenza approfondita del metodo della seconda quantizzazione della teoria dei campi. Conoscenza delle regole di Feynman per la QED e della loro applicazione nel calcolo delle sezioni d'urto a livello tree.
Fisica Teorica Specialistica				Corso monografico su argomenti di interesse attuale in fisica teorica delle particelle elementari, delle stringhe, della materia condensata, dei sistemi complessi e dei sistemi astrofisici e cosmologici.
Gravitazione Sperimentale		Fis/01	6	il metodo sperimentale: come si concepisce, costruisce, un esperimento, presa dati ed analisi. Concetti della trattazione statistica di segnale e rumore, spettri e filtri. Applicazione ad esperimenti classici di Gravitazione, sia classica (verifiche della legge di Newton, Principio di Equivalenza) che relativistica (i 4 test della Relatività Generale nel sistema solare). Misure in campo forte su stelle binarie; onde gravitazionali; effetti gravitomagnetici.
Introduzione alla Crescita dei Cristalli		Fis/03	6	La forma del cristallo all'equilibrio. Cenni di geometria differenziale. Teorema di Wulff. Energia di superficie. Modello di Kossel. Formula di Herring. Costruzione di Andreev. Aspetti atomistici dei cristalli all'equilibrio. La nucleazione: teoria classica (termodinamica). La velocità di nucleazione: modello di Becker e Doring. Teoria atomistica della nucleazione. Stato stazionario. Modello di Kolmogorov-Johnson-Mehl-Avrami. Equazioni di velocità
Introduzione alla Teoria delle Stringhe		Fis/02	6	Quantizzazione della stringa bosonica. Superfici di Riemann. Ampiezze di vuoto. Stringhe fermioniche e proiezioni GSO. Compattificazioni. Operatori di vertice, ampiezze di scattering

				e matrice S. Gruppo di rinormalizzazione e azione effettiva. Dualità di stringa e M-teoria.
Istituzioni di Fisica Nucleare e Subnucleare		Fis/04	6	Apprendimento dei concetti base della Fisica Nucleare e della Fisica delle Particelle elementari. Conoscenza approfondita dei costituenti della materia, delle principali simmetrie, delle interazioni fondamentali.
Laboratorio di Astrofisica "Astrophysics Laboratory"		Fis/05	6	Conoscenze di base di astrofisica sperimentale. Sistemi ottici reali ed aberrazioni statiche. Progettazione di un telescopio a due specchi. Effetti osservativi di una atmosfera statica. Filtri interferenziali e sistemi fotometrici. Rivelatori di piano focale (CCD e CMOS/APS). Calibrazione di CCD tramite PHT.
Laboratorio di Elettronica		Fis/01	8	Gli argomenti presi in considerazione all'interno del corso riguardano due argomenti generali: 1) integrità del segnale analogico e digitale: verranno affrontati i problemi inerenti alla trasmissione dei segnali ad alta frequenza, 2) sviluppo di filtri digitali FIR, IIR e loro problematiche.
Laboratorio di Fisica Biologica		Fis/07	8	Conoscenza teorica delle principali tecniche spettroscopiche utilizzate nello studio dei sistemi biologici. Capacità di effettuare esperimenti con alcune delle tecniche studiate e di analizzarne i dati. Conoscenza teorica e pratica della Dinamica Molecolare classica. Saper svolgere ed analizzare i dati di una simulazione di Dinamica Molecolare classica.
Laboratorio di Fisica dell'Atmosfera		Fis/06	8	Conoscenze di base della fisica dello strato limite atmosferico (SLA) e delle tecniche di misura delle grandezze meteorologiche dello SLA. Capacità di effettuare l'analisi dei dati sperimentali.
Laboratorio di Fisica della Materia		Fis/01	6	Conoscenze approfondite delle metodologie sperimentali più diffuse nei moderni Laboratori Scientifici. In particolare si evidenzieranno le tecniche relative alla preparazione e alla caratterizzazione di superficie pulite di semiconduttori, metalli di transizione e leghe speciali utilizzate nel campo della ICT e della conversione fotovoltaica dell'energia solare.
Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare		Fis/01	8	Interazioni radiazione-materia. Rivelatori di particelle elementari. Esempi di utilizzo dei rivelatori per caratterizzare le particelle elementari.
Meccanica Celeste		Fis/05	6	Richiami di Meccanica Hamiltoniana. Integrabilità, integrali primi, simmetrie. Non integrabilità, instabilità, caos. Metodi analitici e numerici per lo studio di sistemi dinamici Hamiltoniani. Problema dei due corpi. Problema dei tre corpi. Problema degli N corpi. Moto in potenziali assegnati.
Meccanica Quantistica 2		Fis/02	9	Conoscenza dei principi della diffusione negli urti tra particelle con pacchetti d'onda, dell'analisi in onde parziali dell'ampiezza di diffusione e di metodi iterativi per la soluzione dei problemi di urto. Conoscenza dei concetti di base della meccanica quantistica relativistica per particelle di spin zero e di spin un mezzo, in presenza del campo elettromagnetico.
Meccanica Quantistica 2/A		Fis/02	8	Conoscenza dei principi della diffusione negli urti tra particelle con pacchetti d'onda, dell'analisi in onde parziali dell'ampiezza di diffusione. Conoscenza dei concetti di base della meccanica quantistica relativistica per particelle di spin zero e di spin un mezzo, in presenza del campo elettromagnetico.
Metodi Matematici della Fisica 2		Fis/02	9	Conoscenze approfondite relative alla teoria delle espansioni asintotiche, equazioni differenziali ordinarie ed a derivate parziali, operatori lineari su spazi di Hilbert. Capacità di calcolo dei termini "leading" col metodo del punto di sella, capacità di determinare la funzione di Green per operatori differenziali lineari, capacità di calcolo di trasformate di Fourier e Laplace, analisi e soluzione di problemi elementari della fisica-matematica. Capacità di calcolo dello spettro di un operatore lineare su uno spazio di Hilbert.
Metodi Matematici della Fisica 2/A		Fis/02	8	Conoscenze approfondite relative alla teoria delle espansioni asintotiche, equazioni differenziali ordinarie ed a derivate parziali, operatori lineari su spazi di Hilbert. Capacità di calcolo dei termini "leading" col metodo del punto di sella, capacità di determinare la funzione di Green per operatori differenziali lineari, capacità di calcolo di trasformate di Fourier e Laplace, analisi e soluzione di problemi elementari della fisica-matematica. Capacità di calcolo dello spettro di un operatore lineare su uno spazio di Hilbert.
Metodi Matematici della Fisica 3		Fis/02	6	Teoria dei Gruppi, rappresentazioni. Algebre infinito-dimensionali. Applicazioni in fisica.

				Elementi di Geometria Differenziale. Varieta' riemanniane. Calcolo tensoriale. Applicazioni in fisica.
Metodi Sperimentali per la Ricerca dei Processi Rari		Fis/04	6	Conoscenza delle tecniche sperimentali per la rivelazione di processi rari. Conoscenza dei principali esperimenti presenti e futuri di fisica del neutrino, di materia oscura e di decadimenti rari previsti in estensioni del Modello Standard. Conoscenza delle principali sorgenti di fondo nei laboratori sotterranei. Capacità di progettazione di esperimenti di basso fondo intrinseco per la misura di processi rari
Microelettronica		Fis/01	6	Concetti di base della fisica dei dispositivi al silicio CMOS, delle corrispondenti equazioni elettriche fondamentali e degli aspetti tecnologici principali nella realizzazione dei dispositivi. Conoscenze per la progettazione di circuiti elettronici analogici, dalle strutture fondamentali di amplificatori a singolo stadio agli amplificatori differenziali, riferimenti di tensione/corrente, specchi di corrente e circuiti di comparatori per mezzo delle tecnologie basate prevalentemente sull'utilizzo di dispositivi CMOS. Acquisizione delle tecniche del flusso di progettazione, dalla simulazione dello schematico alla realizzazione e verifica del layout.
Misure ed Analisi di Segnali Bioelettrici		Fis/07	6	Analisi delle serie temporali: analisi di Fourier, analisi tempo-frequenza, wavelets. Inferenza statistica. Significatività e specificità dei test. Risposta evocata. Tecniche di averaging. Elettrodi. Tecniche di misura di deboli segnali. Rumore ed Interferenza. Amplificatori differenziali. Elementi di elettrofisiologia. Tecniche EEG, EMG, ECG. Fisiologia e diagnostica del sistema uditivo.
Modelli Matematici per i Biosistemi		Mat/07	6	Esposizione degli strumenti principali nella modellizzazione matematica di sistemi fisici e biologici: - Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa. -Equazioni a derivate parziali, equazioni di reazione-diffusione e formazione di strutture spaziali. -I processi stocastici fondamentali, random walk e diffusione lineare. -Fondamenti dell'analisi delle reti aleatorie, dal modello di Erdos-Renyi alle reti metaboliche.
Onde Gravitazionali		Fis/05	6	Conoscenza approfondita degli aspetti di relatività generale in approssimazione di campo debole. Equazione d'onda per le onde gravitazionali (OG). Teorie metriche della gravitazione: quantità osservabili. Generazione di OG in relatività generale: radiazione di quadrupolo. Sorgenti astrofisiche di OG, forme d'onda previste ed informazioni ottenibili sperimentalmente. Esperimenti per la rivelazione di OG. Rivelatori terrestri e spaziali. Tecniche sperimentali utilizzate nei rivelatori risonanti e interferometrici. Tecniche di analisi dati per la ricerca di segnali gravitazionali.
Ottica Quantistica		Fis/03	6	Acquisizione dei principi generali e della fenomenologia della radiazione elettromagnetica. Comprensione dell'interazione radiazione materia all'interno della teoria semiclassica e di quella quantistica. Saper collegare la visione microscopica e quella macroscopica dell'assorbimento (le costanti ottiche). Descrizione e dimostrazione (anche attraverso alcune simulazioni sperimentali) delle proprietà di coerenza del primo e del secondo ordine di varie sorgenti di luce.
Planetologia		Fis/05	6	L'origine del Sistema Solare. Classificazione dei pianeti: proprietà generali, lune, sistemi di anelli. La struttura dinamica del Sistema Solare. Interni planetari. Superfici, atmosfere e magnetosfere planetarie. Riscaldamento solare ed energia di trasporto. Altri corpi: lune, oggetti transnettuniani, comete, asteroidi, e meteore. Missioni spaziali planetarie. Sistemi planetari e pianeti extra-solari.
Processi Radiativi in Astrofisica "Radiative Processes in Astrophysics"		Fis/05	8	Conoscenze approfondite dei principali processi radiativi di maggiore interesse per l'Astrofisica: equazione del trasporto radiativo, radiazione di corpo nero, radiazione di bremsstrahlung, radiazione di sincrotrone, effetto Compton ed effetto Sunyaev Zel'dovich.
Radiazioni non Ionizzanti		Fis/01	6	Effetti biologici delle radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti, in particolare dei campi magnetici ELF e delle onde elettromagnetiche. Normative.
Radioattività		Fis/04	6	Conoscenza approfondita dei fenomeni di radioattività naturale e artificiale. Tecniche di rivelazione della radiazione. Elementi di dosimetria e progetto di schermature. Applicazione delle radiazioni in vari settori

Relatività e Cosmologia I "Relativity and Cosmology I"		Fis/05	6	Conoscenza della relatività generale classica e degli strumenti del calcolo tensoriale; competenze mirate alla risoluzione di problemi semplici in relatività generale. Conoscenze dei modelli astrofisici che richiedono una trattazione general-relativistica (collasso gravitazionale, onde gravitazionali, cosmologia teorica) e delle osservazioni che consentono di validare questi modelli; competenze mirate alla predizione di alcuni osservabili dell'astrofisica e della cosmologia moderna.
Relatività e Cosmologia 2		Fis/05	6	L'equazione dell'instabilità nel limite newtoniano. La lunghezza d'onda di Jeans. Fenomeni di diffusione e di free-streaming. La funzione di correlazione e lo spettro di potenza delle fluttuazioni di densità. Statistica gaussiana e condizioni iniziali. Evoluzione dello spettro di potenza in modelli d'universo. La funzione di correlazione delle galassie. Anisotropia di dipolo del fondo cosmico e il "grande attrattore". Le anisotropie angolari del fondo cosmico. L'effetto di Sachs-Wolfe e i risultati del satellite Cobe.
Sensori e Rivelatori				Forme di energia e loro trasformazione. Sensori e rivelatori. Sensori per grandezze di tipo fisico. Sensori di radiazione. Matrici di sensori e deconvoluzione. Elettronica per sensori. Il rumore nei dispositivi. Amplificatori a basso rumore.
Struttura della Materia 2		Fis/03	6	Conoscenze di base della Fisica dello stato solido: strutture cristalline periodiche e metodi di rivelazione sperimentali, elettrone di Bloch, teoria e caratteristiche delle bande elettroniche (isolanti, metalli, semiconduttori) vibrazioni reticolari e fononi, proprietà ottiche dei materiali
Supersimmetria		Fis/02	6	Introduzione alle rappresentazioni di Lorentz. Concetto di supercampo e sue applicazioni. Formulazione di Lagrangiane supersimmetriche per teorie di gauge non abeliane interagenti con la materia. Modello Standard delle particelle elementari e sue estensioni supersimmetriche.
Tecn. Sperm. della Fisica Nucl. e Subnucl		Fis/04	6	Conoscenza approfondita delle tecniche di rivelazione e misura delle proprietà delle particelle elementari agli esperimenti su acceleratori presenti e futuri. Progettazione di esperimenti di fisica delle alte energie basate su tecniche MonteCarlo.
Telerilevamento		Fis/06	8	- - - -
Teoria dei Campi e Particelle I		Fis/02	6	Teoria di campo classica: invarianze classiche e leggi di conservazione. Rappresentazioni del gruppo di Poincarè. Equazioni d'onda relativistiche. Quantizzazione del campo con l'integrale funzionale. Campi in interazione. Teoria perturbativa. Azione efficace. Rinormalizzazione e regolarizzazione. Costanti di accoppiamento running. Matrice S, formalismo LSZ.
Teoria dei Campi e Particelle 2		Fis/02	6	Invarianza di gauge. Caso abeliano e non abeliano. Quantizzazione del campo di gauge, metodo di Fadeev-Popov. QCD perturbativa. QCD su reticolo. Teoria delle perturbazioni chirali. Teorie efficaci dei quark pesanti. Rottura spontanea di una simmetria. Teorema di Goldstone. Meccanismo di Higgs. Il Modello Standard.
Teoria dei Sistemi a Molti Corpi		Fis/02	8	Meccanica Statistica – Metodi stocastici – Integrale funzionale – Teoria del funzionale densità
Teoria dei Solidi		Fis/03	6	Introduzione a tematiche e metodi della ricerca teorica in Fisica della Materia.
Teoria Quantistica della Materia		Fis/03	6	Conoscenze approfondite della teoria dei sistemi a molti corpi: atomi, molecole, biomolecole, solidi. Si studieranno le tecniche per determinare lo stato fondamentale (teoria del funzionale densità) e gli stati eccitati (teoria delle funzioni di Green). Sarà inoltre studiata la risposta a perturbazioni esterne per interpretare i risultati spettroscopici sperimentali.
Teorie Relativistiche e Supergravità		Fis/02	6	Buchi neri. Diagrammi di Penrose. Termodinamica dei buchi neri. Radiazione di Hawking. Generalizzazioni a $D > 4$ . Supergravità $N=1$ . Accoppiamenti di materia e rottura spontanea della supersimmetria locale. Cenni sulle supergravità estese e in $D > 4$ . Supergravità in $D=11$ .
Termodinamica dei Processi Irreversibili		Fis/01	6	Acquisizione delle nozioni di base relative alla descrizione termodinamica dei processi irreversibili e della termodinamica del non equilibrio. Conoscenza dei concetti di base relativi alla descrizione dei processi termodinamici non lineari e dell'insorgenza di dinamiche caotiche nella descrizione dei sistemi termodinamici fuori dall'equilibrio con particolare attenzione ai sistemi chimici.



Teorie del Gauge su Reticolo				- - - -
Inglese		L-Lin/12	3	Consolidare nello studente sia le strategie di lettura che la competenza comunicativa nel campo dell'inglese scientifico, potenziare la capacità di produzione scritta e preparare lo studente "in order to function as members of the scientific community"
Inglese/A		L-Lin/12	2	Consolidare nello studente sia le strategie di lettura che la competenza comunicativa nel campo dell'inglese scientifico, potenziare la capacità di produzione scritta e preparare lo studente "in order to function as members of the scientific community"

### TABELLA DELLE PROPEDEUTICITA'

Gli esami con lo stesso nome seguito da un numero progressivo si intendono vincolati da propedeuticità.

### PROGRAMMAZIONE DIDATTICA PER CIASCUN CURRICULUM PRIMO ANNO

#### CURRICULUM "ASTROFISICA"

Primo Semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Metodi Matematici della Fisica 2/A Prof. M. Bianchi	Fis/02	8	48			20		CM	I.B	AP
Meccanica Quantistica 2/A Prof. E. Pace	Fis/02	8	48			20		CM	I.B	AP
Laboratorio di Astrofisica Prof. R. Buonanno	Fis/05	6	32		30			CM	I.B	AP
Processi Radiativi in Astrofisica Prof. P. Mazzotta	Fis/05	6	48					CM	5.B	AP
Secondo Semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Relatività e Cosmologia I Prof. N. Vittorio	Fis/05	6	48					CM	I.B	AP
Fisica Solare Sperimentale Prof. F. Berrilli	Fis/05	6	32		30			CM	I.B	AP
Astrofisica Stellare Prof. G. Bono	Fis/05	6	48					CM	I.B	AP
Astrofisica Extragalattica I Prof. F. Vagnetti	Fis/05	6	48					CM	I.B	AP
Astrofisica Extragalattica 2 Prof. P. Mazzotta	Fis/05	6	48					CM	I.B	AP
Archivi Astronomici (docente da definire)	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Fisica Spaziale Dr. M. Tavani	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Fisica Solare Teorica (docente da definire)	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Fisica delle Astroparticelle Prof. P. Picozza (corso mutuato dal Curriculum in Fisica)	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Inglese/A Dr.ssa J.M. Gherghetta	L-Lin/12	2	16					CM	5.D	AM

#### Secondo anno di corso

Primo Semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Relatività e Cosmologia 2 Prof. N. Vittorio	Fis/05	6	48					CM	5.B	AP
Fisica della Gravitazione Prof. E. Coccia	Fis/01	6	48					CM	5.B	AP
Astrofisica delle Alte Energie (docente da definire)	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Astrofisica delle Galassie (docente da definire)	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP

Meccanica Celeste (docente de definire)	Fis/05	6	48						CM	5.A	AP
Onde Gravitazionali Prof.ssa V.Fafone	Fis/05	6	48						CM	5.A	AP
Planetologia Prof. J.I. Lunine	Fis/05	6	48						CM	5.A	AP
Astrobiologia (docente da definire)	Bio/01	6	48						CM	5.A	AP
<b>Secondo semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
TESI	-	36									

### Curriculum **FISICA** – piano di studi in "**Elettronica e Cibernetica**"

#### Primo anno di corso

<b>Primo Semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
Metodi Matematici della Fisica 2 Prof. M. Bianchi	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP	
Meccanica Quantistica 2 Prof. E. Pace	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP	
Struttura della Materia 2 Prof. M. Fanfoni	Fis/03	6	48					CM	I.B	AP	
Elettronica 2 Dr. R. Cardarelli	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP	
Gravitazione Sperimentale Prof. Massimo Bassan	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP	
<b>Secondo Semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
Cibernetica I (docente da definire)	Fis/01	6	48					CM	I.B	AP	
Laboratorio di Elettronica Prof. R. Messi	Fis/01	8	40		45			CM	I.B	AP	
Inglese Dr.ssa J.M. Gherghetta	L-Lin/12	2	16					CM	5.D	AM	
Microelettronica Dr. D. Badoni	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP	
Cibernetica 2 (docente da definire)	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP	

#### Secondo anno di corso

<b>Primo Semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
Elettronica I Dr.A. Florio	Fis/01	6	48					CM	5.B	AP	
Elettronica Digitale Dr.A. Salamon	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP	
<b>Secondo Semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
TESI	-	38						-	5.C	AP	

### Curriculum **FISICA** – piano di studi in "**Fisica dell'Atmosfera e Meteorologia**"

#### Primo anno di corso

<b>Primo Semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
Metodi Matematici della Fisica 2 Prof. M. Bianchi	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP	
Meccanica Quantistica 2 Prof. E.Pace	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP	
Struttura della Materia 2 Prof. M. Fanfoni	Fis/03	6	48					CM	I.B	AP	
<b>Secondo Semestre</b>											



Metodi Matematici della Fisica 2 Prof. M. Bianchi	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP
Meccanica Quantistica 2 Prof. E.Pace	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP
Struttura della Materia 2 Prof. M. Fanfoni	Fis/03	6	48					CM	I.B	AP
<b>Secondo Semestre</b>										
Attività formativa	SSD	CF U	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Fisica dei Solidi Prof. A. Balzarotti	Fis/03	6	48					CM	I.B	AP
Teoria Quantistica della Materia Prof. R. Del Sole	Fis/03	6	48					CM	I.B	AP
Laboratorio di Fisica della Materia Prof. I.Davoli	Fis/01	8	24		45			CM	I.B	AP
Fisica Basse Temperature Prof. M. Cirillo	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Introduzione alla Crescita dei Cristalli Prof. M.Fanfoni	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Fisica delle Superfici Prof.ssa F. Patella	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Fisica del Neutrone e Applicazioni Prof.ssa C.Andreani	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Fisica dei Dispositivi a Stato Solido Prof.ssa A. Sgarlata	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Inglese Dr.ssa J.M. Gherghetta	L-Lin/12	2	16					CM	5.D	AM
<b>Secondo anno – Primo Semestre</b>										
Attività formativa	SSD	CF U	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Fisica dei Plasmi Dr. G. Consolini	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Teoria dei Solidi Prof. M. Cini	Fis/03	6	48					CM	5.B	AP
Ottica Quantistica Prof. M. Casalboni	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Complementi di Struttura della Materia Prof. M. De Crescenzi	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Fis.dei Sist. Semicond. a Bassa Dimensionalità Prof. W. Richter	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
<b>Secondo anno – Secondo Semestre</b>										
Attività formativa	SSD	CF U	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
TESI	-	38						-	5.C	AP

## Curriculum **FISICA** – piano di studi in "**Fisica Nucleare e Subnucleare**"

### Primo anno di corso

<b>Primo Semestre</b>										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Metodi Matematici della Fisica 2 Prof. M. Bianchi	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP
Meccanica Quantistica 2 Prof. E.Pace	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP
Struttura della Materia 2 Prof. M. Fanfoni	Fis/03	6	48					CM	I.B	AP
<b>Secondo Semestre</b>										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Istituzioni di Fisica Nucleare e Subnucleare Prof. P.Picozza	Fis/04	6	48					CM	5.B	AP
Fisica delle Particelle Elementari I Prof. G.Matthiae	Fis/04	6	48					CM	I.B	AP
Acceleratori di Particelle Dr. L. Catani	Fis/04	6	48					CM	5.A	AP
Radiazioni non Ionizzanti	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP

Prof. G. Carboni											
Inglese Dr.ssa J.M. Gherghetta	L-Lin/12	2	16						CM	5.D	AM
<b>Secondo Anno di corso</b>											
<b>Primo semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare Prof.ssa A. Di Ciaccio	Fis/01	8	32		30			CM	I.B	AP	
Met. Sperim. per la Ricerca dei Processi Rari Dr. F. Nozzoli	Fis/04	6	48					CM	5.A	AP	
Radioattività Prof.ssa R. Bernabei	Fis/04	6	48					CM	5.A	AP	
Fisica delle Astroparticelle Prof. P. Picozza	Fis/04	6	48					CM	5.A	AP	
Tecn. Sperim. della Fisica Nucl. e Subnucl. Prof.ssa A. Di Ciaccio	Fis/04	6	48					CM	5.A	AP	
<b>Secondo semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
TESI	-	38						-	5.C	AP	

### Curriculum **FISICA** – piano di studi in "**Fisica Teorica**"

#### Primo anno di corso

<b>Primo Semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
Metodi Matematici della Fisica 2 Prof. M. Bianchi	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP	
Meccanica Quantistica 2 Prof. E. Pace	Fis/02	9	52			25		CM	I.B	AP	
Struttura della Materia 2 Prof. M. Fanfoni	Fis/03	6	48					CM	I.B	AP	
<b>Secondo Semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
Fisica Teorica 1 Prof. E. Pace	Fis/02	6	48					CM	5.B	AP	
Fisica Teorica 2 Dr. A. Vladikas	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP	
Fenomenologia delle Particelle Elementari (docente da definire)	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP	
Metodi Matematici della Fisica 3 (dr. Ya. Stanev)	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP	
Supersimmetria Dr. F. Fucito	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP	
Teoria dei Campi e Particelle 1 Prof. R. Petronzio	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP	
Teoria dei Campi e Particelle 2 Prof. R. Petronzio	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP	
Inglese Dr.ssa J.M. Gherghetta	L-Lin/12	2	16					CM	5.D	AM	

<b>Primo Semestre</b>											
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame	
Complementi di Meccanica Statistica Dr. G. Salina	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP	
Teorie Relativistiche e Supergravità Prof. M. Bianchi	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP	
Fisica Teorica Specialistica (vari docenti)	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP	
Teorie di Gauge su Reticolo (docente da definire)	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP	
Introduzione alla Teoria delle Stringhe Prof. M. Bianchi	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP	

## SECONDO ANNO

### Curriculum ASTROFISICA

#### Secondo anno di corso

Primo Semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Relatività e Cosmologia 2 Prof. N.Vittorio	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Fisica della Gravitazione Prof. E. Coccia	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP
Astrofisica delle Alte Energie (docente da definire)	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Astrofisica delle Galassie Dr. N. Menci	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Meccanica Celeste (docente de definire)	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Onde Gravitazionali Prof.ssa V.Fafone	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Planetologia Prof. J.I. Lunine	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Astrobiologia (docente da definire)	Bio/01	6	48					CM	5.A	AP
Secondo semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
TESI	-	36						-	5.C	AP

### Curriculum ELETTRONICA E CIBERNETICA

#### Secondo anno di corso

Primo Semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Elettronica I Dr.A. Florio	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP
Elettronica Digitale Dr.A. Salamon	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP
Cibernetica 2 (Docente da definire)	Fis/01	6	48					CM	5.A	AP
Secondo Semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
TESI	-	43						-	5.C	AP

### Curriculum in FISICA DELL'ATMOSFERA E METEOROLOGIA

Secondo anno – Primo Semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Fisica Computazionale (docente da definire)	Fis/01	8						CM	I.B	AP
Telerilevamento Dr. GL. Liberti	Fis/06	8						CM	5.B	AP
Secondo anno – Secondo Semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
TESI	/	37						-	5.C	AP

### Curriculum FISICA DEI BIOSISTEMI

Secondo anno – Primo Semestre										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Teoria dei Sistemi a Molti Corpi Prof. G. Rossi	Fis/07	8	64					CM	I.B	AP
Secondo anno – Secondo Semestre										

Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
TESI	/	40						-	5.C	AP

### Curriculum FISICA DELLA MATERIA

#### Secondo anno – Primo Semestre

Attività formativa	SSD	CF U	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Fisica dei Plasmi Dr. G. Consolini	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Complementi di Meccanica Statistica Dr. G. Salina	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Fisica delle Basse Temperature Prof. M. Cirillo	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Fisica dei Dispositivi a Stato Solido Prof.ssa Anna Sgarlata	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Teoria dei Solidi Prof. M. Cini	Fis/03	6	48					CM	5.B	AP
Ottica Quantistica Prof. M. Casalboni	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Complementi di Struttura della Materia Prof. M. De Crescenzi	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP
Fis. dei Sist. Semicond. a Bassa Dimensionalità Prof. W. Richter	Fis/03	6	48					CM	5.A	AP

#### Secondo anno – Secondo Semestre

Attività formativa	SSD	CF U	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
TESI	-	43						-	5.C	AP

### Curriculum FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE

#### Secondo Anno di corso

##### Primo semestre

Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare Prof.ssa A. Di Ciaccio	Fis/01	8	40		45			CM	I.B	AP
Fisica Nucleare Prof. C. Schaerf	Fis/04	6	48					CM	I.B	AP
Met. Sperim. per la Ricerca dei Processi Rari Dr. F. Nozzoli	Fis/04	6	48					CM	5.A	AP
Radioattività Prof.ssa R. Bernabei	Fis/04	6	48					CM	5.A	AP
Fisica delle Astroparticelle Prof. P. Picozza	Fis/04	6	48					CM	5.A	AP
Tecn. Sperim. della Fisica Nucl. e Subnucl. Prof.ssa A. Di Ciaccio	Fis/04	6	48					CM	5.A	AP

##### Secondo semestre

Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem	Ore lab.	Ore eser	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
TESI	-	43						-	5.C	AP

### Curriculum FISICA TEORICA

#### Secondo anno di corso

##### Primo Semestre

Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
Teorie Relativistiche e Supergravità Prof. M. Bianchi	Fis/05	6	48					CM	5.A	AP
Fisica Teorica Specialistica (vari docenti)	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP
Teorie di Gauge su Reticolo (docente da definire)	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP
Introduzione alla Teoria delle Stringhe Prof. M. Bianchi	Fis/02	6	48					CM	5.A	AP



<b>Secondo semestre</b>										
Attività formativa	SSD	Cfu	Ore aula	Ore sem.	Ore lab.	Ore eser.	Ore altro	Tipo Ins.	Ambito	Esame
TESI		39						-	5.C	AP

#### **Leggenda tipi di insegnamento**

Sigla	Tipologia insegnamento
CI	Corsi integrati
CM	Corsi monodisciplinari
LP	Laboratori progettuali

#### **Leggenda attività formative**

Sigla	Attività formativa
I.A	Attività formative relative alla formazione di base
I.B	Attività formative caratterizzanti la classe
5.A	Attività formative autonomamente scelte dallo studente (art.10, comma 5, lettera a)
5.B	Attività formative affini o integrative (art.10, comma 5, lettera b)
5.C	Attività formative relative alla preparazione della prova finale (art.10, comma 5, lettera c)
5.D	Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)
5.E	Attività formative relative a stages e tirocini formativi (art.10, comma 5, lettera e)

#### **Leggenda tipologie prove d'esame**

Sigla	Tipologia prova
EL	Esame di laurea
AF	Attestato di frequenza
AM	Attestato di merito
AP	Attestato di profitto