



## SCHEDA INSEGNAMENTO

A004139 - ASTROFISICA TEORICA

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/05
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	I
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A63 - ASTROFISICA E FISICA TEORICA

Prerequisiti	E' consigliato aver seguito i corsi di Astrofisica Generale e Gravitazione e Cosmologia
Contenuti	<i>Dotare gli studenti di una buona conoscenza di base sui diversi fenomeni astronomici e sui principali metodi di indagine in Astrofisica Teorica.</i>
Obiettivi formativi	<p><b>Conoscenze e comprensione.</b> Possedere una solida preparazione con un ampio spettro di conoscenze di base di Astrofisica Teorica.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenze e comprensione.</b> Essere in grado di applicare le conoscenze di base acquisite a problemi diversi.</p> <p><b>Autonomia di giudizio.</b> L'esposizione dei contenuti e delle argomentazioni sarà svolta in modo da migliorare la capacità dello studente di riconoscere dimostrazioni rigorose e individuare ragionamenti fallaci.</p> <p><b>Abilità comunicative.</b> La presentazione degli argomenti sarà svolta in modo da consentire l'acquisizione di una buona capacità di comunicare problemi, idee e soluzioni riguardanti l'Astrofisica Teorica.</p> <p><b>Capacità di apprendimento.</b> Saranno indicati argomenti da</p>



	approfondire, strettamente correlati con l'insegnamento, al fine di stimolare la capacità di apprendimento autonomo dello studente.
Metodi didattici	Lezioni frontali ed esercitazioni in aula
Modalità d'esame	Esame orale sul programma del corso Gli studenti dovranno prenotarsi all'esame utilizzando esclusivamente le modalità on-line previste dal sistema VOL.
Programma esteso	Fisica degli oggetti collassati: proprietà osservative e teoriche. Evoluzione post sequenza principale delle stelle. Astrofisica delle nane bianche, massa di Chandrasekhar, proprietà osservative. Stelle di neutroni e pulsar: equazione TOV, proprietà osservative. Buchi neri: soluzione di Schwarzschild, coordinate di Eddington-Finkelstein, prolungamento di Kruskal della soluzione di Schwarzschild, soluzione di Kerr (buchi neri rotanti) e di Kerr-Newmann, cenni sulla struttura causale. Simmetrie in relatività generale, vettori di Killing e quantità conservate, applicazioni astrofisiche. Aspetti termodinamici e quantistici dei buchi neri. Evaporazione dei buchi neri secondo Hawking. Accrescimento di materia su oggetti compatti. Saranno inoltre trattati alcuni argomenti selezionati di Cosmologia.
Testi di riferimento	S. L. Shapiro e S. A. Teukolsky, Black holes, white dwarfs and neutron stars, Wiley, 1983  H. Ohanian e R. Ruffini: Gravitation and Spacetime, Norton, 1994 (tradotto in italiano da Zanichelli, 1997)  T. Padmanabhan: Theoretical Astrophysics (Volumi I-III), Cambridge Univ. Press, 2001  D. Raine, E. Thomas, Black Holes: An Introduction, Imperial College Press, 2009  Su alcuni argomenti sono disponibili appunti del docente.
Altre informazioni utili	



## SCHEMA INSEGNAMENTO

A004147 - FISICA AI COLLISORI

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/04
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	126
Anno di corso	2°
Semestre	1°
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A64 - FISICA SPERIMENTALE DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI

Prerequisiti	Propedeuticità: Fenomenologia delle Particelle Elementari
Contenuti	Aspetti fenomenologici e sperimentali legati ai principali sviluppi della fisica delle particelle sperimentale degli ultimi 50 anni con particolare attenzione agli esperimenti ai collider sia adronici che leptonici che e-p (da Adone agli ISR, da SPS a LEP e LHC passando per l'SLC, il Tevatron, HERA, DAPHNE e le B-factory).



Obiettivi formativi	Conoscenza altamente specializzata e critica di settori della fisica moderna, sia negli aspetti teorici che sperimentali e delle loro interconnessioni, anche in campi interdisciplinari; capacità di comprendere, analizzare e sintetizzare argomenti di fisica avanzata; capacità di mettere in atto procedure sperimentali e teoriche per risolvere problemi della ricerca scientifica o nel miglioramento dei risultati esistenti; abilità di integrare conoscenze in campi diversi.
Metodi didattici	Lezioni frontali con proiezione di trasparenze
Modalità d'esame	Esame orale comprensivo di presentazione con trasparenze di argomenti scelto dal docente
Programma esteso	<p>*) Particelle, interazioni, principi di base sulla rivelazione di particelle.</p> <p>Nozioni di base sulla cinematica e sui collisori e+e- e adronici.</p> <p>*) Interazioni e+e- -&gt; mu+mu-, e+e- a <math>\sqrt{s}=m_Z</math>, e+e- -&gt; adroni. Risonanze e quarkonia. Ampiezze e rapporti di decadimento dei bosoni W e Z. Fisica nel settore di Higgs. Cenni e prospettive di fisica oltre il Modello Standard.</p> <p>*) Proprietà dei principali collisori dagli anni 1960 ad oggi: ADA, Adone, SPEAR, VEPP, CESR, PETRA, ISR, SPS, HERA, LEP, SLC, Tevatron, LHC.</p> <p>*) Il collider SpbarpS. Il raffreddamento stocastico. Gli esperimenti UA1 e UA2. Ricostruzione e calibrazione dei jet, scoperta e misura della massa dei bosoni W e Z e loro decadimenti adronici. Sezione d'urto inclusiva dei jet. Misure di QCD e sezione d'urto di produzione di fotoni diretti. Il collider Tevatron e gli esperimenti CDF e D0. Il quark top: scoperta a CDF/D0 e misura di massa e sezione d'urto.</p> <p>*) Il programma di LEP. Misura della luminosità. Rivelatori agli apparati di LEP. Misure di precisione dei bosoni W e Z: asimmetrie, numero di famiglie di leptoni leggeri. Interazioni adroniche a LEP. Misure nell'ambito del Modello Standard e oltre. Ricerche del bosone di Higgs a LEP.</p> <p>*) Fisica e-p: struttura dei nucleoni, asymptotic freedom e ?s. HERA: funzioni di struttura e sezioni d'urto DIS.</p> <p>*) Richiami della matrice CKM, sistema dei K e violazione diretta e indiretta di CP. L'acceleratore DAFNE e l'esperimento KLOE. Il sistema dei mesoni B. Gli esperimenti</p>



	<p>Babar, Belle e LHCb.</p> <p>*) Gli esperimenti general-purpose di LHC: ATLAS e CMS. I sistemi di trigger. Misure con jet, btag; Drell-Yan, bosoni W e Z. Misure con heavy flavor, top, triple gauge coupling. Bosone di Higgs: produzione e canali. La scoperta nel 2012. Fisica oltre il Modello Standard: nei settori del top, di nuovi bosoni vettori e della supersimmetria (ricerche inclusive ed esclusive).</p>
Testi di riferimento	<p>*) V.D.Barger &amp; R.J.N. Phillips: "Collider Physics"</p> <p>*) D.Green: "High Pt Physics at Hadron Colliders"</p> <p>*) R.Tenchini &amp; C. Verzegnassi: "The Physics of W and Z Bosons"</p> <p>*) M.G.Green, S.L.Lloyd, P.N. Ratoff and D.R.Ward: "Electron- Positron Physics at the Z"</p> <p>*) R.K.Ellis, W.J.Stirling and B.R.Webber: "QCD and Collider Physics"</p> <p>*) K.J.Peach, L.L.J. Vick: "High Energy Phenomenology"</p> <p>*) Dispense e materiale in formato sia digitale sia cartaceo a integrazione dei testi consigliati</p>
Altre informazioni utili	Ricevimento: Martedì-Venerdì 11:00-13:00



## SCHEDA INSEGNAMENTO

A004137 - FISICA ASTROPARTICELLARE

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/04
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A63 - ASTROFISICA E FISICA TEORICA e A64 - FISICA SPERIMENTALE DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI

Prerequisiti	Pur non essendoci vere e proprie propedeuticità, si presuppone che gli studenti abbiano una certa conoscenza della fisica delle particelle elementari. In particolare risulta utile aver frequentato i corsi "Fisica Nucleare e Subnucleare" (laurea triennale) e "Fenomenologia delle Particelle Elementari" (laurea magistrale).
Contenuti	Col termine "Fisica Astroparticellare" si indica quell'insieme di studi, attività sperimentali e indagini teoriche, al confine tra l'astrofisica, la cosmologia e la fisica delle particelle



	<p>elementari. Da una parte, la strumentazione e i metodi tipici degli esperimenti ai grandi acceleratori vengono utilizzati nella ricerca di segnali provenienti dallo spazio esterno. Dall'altra, nell'universo vengono prodotte particelle (neutrini, protoni, raggi gamma) di altissima energia e la disponibilità di tali fasci naturali permette di eseguire misure diversamente impensabili in laboratorio. Infatti molti ritengono che i segnali di nuova fisica verranno dalle astroparticelle e non dagli acceleratori costruiti dall'uomo.</p> <p>Gli studi di fisica astroparticellare sono in continua, rapida ed entusiasmante evoluzione e il corso intende fornire un quadro abbastanza completo e continuamente aggiornato di tali studi. Le principali tematiche, trattate sia da un punto di vista fenomenologico che strettamente sperimentale, sono: la fisica dei raggi cosmici, i neutrini solari ed atmosferici, l'astronomia gamma e neutrinica, le onde gravitazionali e la materia oscura.</p>
Obiettivi formativi	<p>Alla fine del corso gli studenti ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- avranno acquisito una conoscenza abbastanza approfondita ed aggiornata dei principali settori della fisica astroparticellare (conoscenze e comprensione)</li><li>- saranno in grado di comprendere i risultati dei principali esperimenti di fisica astroparticellare, interpretare grafici e dati numerici, in relazione ai modelli fisici proposti (capacità di applicare conoscenze e comprensione)</li><li>- sapranno valutare la significatività dei dati sperimentali, sempre in relazione al modello fisico che si intende confermare o viceversa smentire (autonomia di giudizio)</li><li>- saranno in grado di presentare in maniera sintetica, ma completa i risultati dei diversi esperimenti, utilizzando disegni schematici dei rivelatori e rappresentazioni grafiche delle misure (abilità comunicative)</li><li>- avranno ben chiaro che la fisica astroparticellare è una branca della fisica in continua evoluzione e potranno seguirne autonomamente gli sviluppi futuri (capacità di apprendimento)</li></ul>
Metodi didattici	<p>Il corso si sviluppa in lezioni cattedratiche, con l'ausilio di immagini e filmati. Domande e interventi da parte degli studenti sono ben accettati ed anzi stimolati.</p>
Modalità d'esame	<p>L'esame finale consiste in un colloquio nel quale il candidato deve trattare due argomenti del programma, uno a sua scelta, l'altro</p>



	indicato dalla commissione durante il colloquio stesso.
Programma esteso	<p>Introduzione – Generalità sulla fisica astroparticellare [SPU 1.1].</p> <p>Tecniche di rivelazione [SPU 3.1, 3.2, 3.3, 3.4] - L'interazione radiazione-materia (sezione d'urto, diffusione elastica e perdite d'energia, formula di Bethe-Bloch) [LEO 2]. Multiplo scattering. Emissione di luce Cerenkov. L'interazione dei fotoni con la materia (effetto fotoelettrico, effetto Compton e produzione di coppia) [LEO 2]. Sviluppo di sciame in atmosfera, modello di Heitler [SPU 4.3.1]. Rivelatori a ionizzazione (multiple counters, drift chambers, scintillatori) [LEO 6]. Rivelatori per misure dirette (spettrometri e calorimetri). Rivelatori al suolo per sciame estesi (ARGO-YBJ, Pierre Auger Observatory) [SPU 4.6, 7.6, 7.8, 9.2] e telescopi Cerenkov [SPU 9.1].</p> <p>Raggi cosmici (RC) – Introduzione [SPU 1.2]. La scoperta dei RC [SPU 2.1] e nuove particelle [SPU 2.2, 2.3]. Generalità sullo spettro dei RC [SPU 2.5, 2.6]. I RC nella galassia [SPU 2.7]. Cenni ai RC dal Sole [SPU 2.8]. Effetti del campo geomagnetico [SPU 2.9]. Densità di energia nella galassia [SPU 2.10] e considerazioni energetiche sui RC [SPU 2.11]. Cenni circa il rivelatore <i>AMS-02</i> [SPU 3.5]. Composizione elementare dei RC [SPU 3.6, 3.7] e il fenomeno della spallazione [SPU 5.1]. Cenni sulle tecniche di datazione [SPU 5.2, BEN III.3]. Confinamento dei raggi cosmici nella galassia (<i>leaky box</i>) [SPU 5.4, 5.5]. Meccanismi stocastici di accelerazione dei RC [SPU 6.1, 6.4]: gli specchi magnetici e i due modelli di Fermi. Energia massima da supernova [SPU 6.3].</p> <p>Sciame in atmosfera - Interazione dei raggi cosmici nell'atmosfera terrestre e produzione di sciame [SPU 4.1, 11.4]. Struttura dell'atmosfera [SPU 4.2]. Sciame elettromagnetici [SPU 4.3] e sciame adronici [SPU 4.4]. Il flusso dei RC al ginocchio [SPU 4.9]. I RC cosmici alle energie più alte [SPU 7.3, 7.4] e le perdite energetiche ipotizzate [SPU 7.5]. Misure e modelli dello spettro dei RC alle energie più alte [SPU 7.9, 7.10].</p> <p>Neutrini atmosferici – Neutrini dal decadimento dei mesoni carichi [SPU 11.3] e neutrini prodotti in atmosfera [SPU 11.7]. Il fenomeno delle oscillazioni [SPU 11.8]. Esperimenti sotterranei SuperKamio-kande e Macro [SPU 11.9]. Cenni ad altri esperimenti su lunga base [SPU 11.10].</p> <p>Neutrini solari - Modelli solare, cicli di fusione nucleare e</p>





neutrini [SPU 12.1, 12.2]. Esperimenti dedicati [SPU 12.3]. La misura del Sudbury Neutrino Observatory [SPU 12.4]. L'esperimento Kamland [SPU 12.5]. Cenni alle oscillazioni dei neutrini nella materia e condizioni di risonanza [SPU 12.6, 12.7].

Neutrini da supernova – Cenni alla fisica delle supernovae [SPU 12.10, 12.11]. Neutrini da supernova [SPU 12.12]. Supernova 1987A [SPU 12.13] e limite sulla massa dei neutrini [PER 7.9, STA 3.1.4].

Astronomia a molti messaggeri – Connessioni tra RC, neutrini e gamma [SPU 10.1]. Diversi meccanismi di emissione gamma: adronici [SPU 8.2, 8.3] e leptonici [SPU 8.4].

Astronomia neutrinica – Rivelazione di neutrini astrofisici anche grazie ad *array* di superficie [SPU 10.1, 10.2, 10.3]. Cenni ai flussi attesi di neutrini [SPU 10.4]. Telescopi operativi e progetti futuri [SPU 10.7]. Prime misure di neutrini astrofisici [SPU 10.9]. Stato delle osservazioni col rivelatore Icecube [[http://icecube.wisc.edu/science/highlights/neutrino\\_astronomy](http://icecube.wisc.edu/science/highlights/neutrino_astronomy)].

Astronomia con raggi cosmici – Possibile correlazione tra raggi cosmici di altissima energia (UHE) e nuclei galattici attivi [SPU 7.3, 7.11]. Cenni alle anisotropie nel flusso dei raggi cosmici [SPU 5.7, 7.3].

Astronomia gamma – Introduzione [SPU 8.1]. Tecniche di rivelazione: satelliti [SPU 8.5, 8.6], telescopi Čerenkov [SPU 9.1] ed EAS array [SPU 9.2]. Cenni alle sorgenti gamma galattiche [SPU 8.7, 8.8, 8.9, 9.3, 9.4]. La nebulosa del Granchio [SPU 9.5]. La ricerca delle sorgenti dei raggi cosmici [SPU 9.6, 9.7, 9.8]. Cenni alle sorgenti gamma extragalattiche [SPU 9.9, 9.10, 9.11, 9.12].

Onde gravitazionali (cenni) - Potenza emessa da un quadrupolo gravitazionale (analogia col quadrupolo elettrico) [PER 6.13]. Cenni alle misure sul sistema binario PSR 1913+16 [PER 6.14]. Rivelazione delle onde gravitazionali: barre risonanti, interferometri [PER 6.15]. Le misure di LIGO e VIRGO [PRL 116 (2016) 061102]. Contemporanea osservazione di onde gravitazionali e Gamma Ray Burst [[arXiv:1710.05834](http://arXiv:1710.05834), [www.ligo.caltech.edu/page/press-release-gw170817](http://www.ligo.caltech.edu/page/press-release-gw170817)]

Materia Oscura - Effetti gravitazionali ed evidenza della materia oscura [SPU 13.3]. Cenni al lensing gravitazionale [PER 4.2] ed al microlensing [PER 4.3] per la ricerca di



	<p>materia oscura barionica. Materia oscura non barionica [SPU 13.4, 13.5; PER 4.6]. Rivelazione dei WIMP (esperimento DAMA-LIBRA) [SPU 13.8, 13.9]. Anomalie nelle misure di positroni ed elettroni [SPU 3.9, 13.9].</p> <p>Bibliografia</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• G. BENDiscioli “Fenomeni radioattivi”, La Goliardica Pavese (2000)</li><li>• W.R. LEO "Techniques for nuclear and particle physics experiments", Springer (1987, Berlin)</li><li>• D. PERkins "Particle Astrophysics", Oxford University Press (2003, Oxford)</li><li>• M. SPURio “Particles and Astrophysics”, Springer (2015, Heidelberg)</li><li>• T. STANEV "High Energy Cosmic Rays", Springer (2004, Berlin)</li></ul>
Testi di riferimento	<i>M. Spurio "Particles and Astrophysics", Springer (Heidelberg, 2015)</i>
Altre informazioni utili	Il dott. Antonio Surdo (Istituto Nazionale Fisica Nucleare. Lecce) introduce il corso con alcune lezioni sulle principali tecniche di rivelazione utilizzate in fisica astroparticellare.



## SCHEDA INSEGNAMENTO

### A004158 - FISICA DEI LASER

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/03
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	1°
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A65 - NANOTECNOLOGIE, FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA

Prerequisiti	Conoscenza dei concetti fisici e matematici sviluppati nei corsi della laurea triennale in Fisica.
Contenuti	I principali contenuti del corso sono relativi a: <ul style="list-style-type: none"><li>■ Processi di interazione radiazione-materia;</li><li>■ Principi di funzionamento dei laser e proprietà del fascio laser;</li><li>■ Cavità laser;</li></ul>



	<p>■ Proprietà dei principali tipi di laser.</p>
Obiettivi formativi	<p>-Conoscenza e comprensione dei processi fisici che hanno portato alla realizzazione delle sorgenti laser: sorgenti di luce coerente.</p> <p>- Conoscenza dei metodi sperimentali per caratterizzare le proprietà della radiazione laser.</p> <p>-Capacità di identificare le condizioni necessarie e sufficienti per realizzare un laser e delle componenti necessarie alla sua realizzazione.</p> <p>-Autonomia di giudizio nella descrizioni delle condizioni necessarie alla realizzazione di un laser.</p> <p>-Abilità comunicative nell'esposizione degli argomenti trattati.</p> <p>-Capacità di dimostrare la conoscenza e comprensione degli argomenti trattati nel corso</p>
Metodi didattici	<p>Lezioni frontali durante le quali vengono fornite fotocopie di materiale didattico e materiale audiovisivo disponibile in rete, per meglio illustrare gli argomenti trattati nel libro di testo consigliato.</p> <p>Esperimenti dimostrativi in laboratorio relative alla misura della coerenza spaziale e temporale di un fascio laser.</p>
Modalità d'esame	<p>Esame orale con domande inerenti gli argomenti sviluppati nell'ambito del corso allo scopo di verificarne:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- la conoscenze e comprensione,</li><li>- la capacità di applicare conoscenze e comprensione,</li><li>- l'abilità comunicative,</li><li>- la capacità di apprendimento..</li></ul>
Programma esteso	<p>--Emissione spontanea, stimolata ed assorbimento: l'idea laser</p> <p>--Caratteristiche della radiazione laser: monocromaticità, coerenza, direzionalità e brillantezza.</p> <p>--Cavità di corpo nero e modi di una cavità rettangolare.</p> <p>--Processi che determinano l'allargamento di riga: allargamento omogeneo e non omogeneo.</p>



	<ul style="list-style-type: none"><li>- Saturazione di assorbimento e guadagno.</li><li>- Tecnica matriciale. Depositi multistrato dielettrici.</li><li>- Interferometro di Fabry-Perot.</li><li>- Ottica diffrattiva nell' approssimazione di raggi parassiali.</li><li>- Fasci Gaussiani e la legge ABCD.</li><li>- Modi di alto ordine.</li><li>- Risonatori ottici passivi e condizione di stabilità.</li><li>- Risonatori instabili.</li><li>- Cenni sulle tecniche di pompaggio.</li><li>- Laser in continua.</li><li>- Q-switching. Laser a gas, a stato solido ed a semiconduttore.</li></ul>
Testi di riferimento	O. Svelto, Principles of Lasers, 4th Edition, Plenum Press, New York, 1998.
Altre informazioni utili	



## SCHEDA INSEGNAMENTO

### A004141 - FISICA DEI SISTEMI NON LINEARI

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/02
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	1°
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A63 - ASTROFISICA E FISICA TEORICA

Prerequisiti	Quelli previsti per l'iscrizione alla laurea magistrale in fisica.
Contenuti	Il corso ha come obiettivo principale l'acquisizione di conoscenze e competenze nell'ambito della fisica dei sistemi non lineari. Attenzione sarà rivolta alla comprensione delle argomentazioni e dei concetti sia su basi fisiche che matematiche.
Obiettivi formativi	<b>Conoscenze e comprensione.</b> Risultati fondamentali riguardanti la fisica di sistemi fisici descritti da equazioni differenziali non lineari. Comprensione delle problematiche di



	<p>ricerca classiche e attuali.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenze e comprensione.</b> Lo studente dovrà: i) essere in grado di formalizzare e risolvere problemi di moderata difficoltà riguardanti la descrizione dei fenomeni esibiti da sistemi fisici non lineari; ii) essere capace di comprendere testi avanzati e articoli di ricerca nell'ambito della teoria dei sistemi non lineari.</p> <p><b>Autonomia di giudizio.</b> Gli argomenti saranno esposti in modo da migliorare la capacità dello studente di identificare gli elementi fisicamente rilevanti e gli strumenti matematici idonei in contesti fisici anche molto differenti tra loro.</p> <p><b>Abilità comunicative.</b> La presentazione degli argomenti sarà svolta in modo da consentire l'acquisizione di una buona capacità di comunicare in modo efficace, sia ad un pubblico specializzato che generico, la formulazione dei problemi, gli strumenti matematici impiegati e le proprietà fisiche di interesse di sistemi fisici non lineari.</p> <p><b>Capacità di apprendimento.</b> Sarà sollecitato l'approfondimento di argomenti correlati con l'insegnamento al fine di stimolare lo studio autonomo su testi avanzati e articoli di ricerca.</p>
Metodi didattici	Lezioni frontali
Modalità d'esame	Esame orale. La prova verifica l'abilità di esporre in modo chiaro e rigoroso alcuni contenuti del corso. E' possibile sostenere l'esame in forma seminariale su argomenti avanzati strettamente correlati con i contenuti del corso, modalità con la quale saranno valutati il livello di comprensione delle tematiche trattate e la qualità della presentazione. Si potrà sostenere l'esame previa prenotazione online tramite sistema VOL accessibile dal portale studenti.
Programma esteso	Introduzione alla fisica della propagazione di onde non lineari. Introduzione alle equazioni differenziali alle derivate parziali di propagazione di onde lineari e dispersive. Equazioni di



	propagazione non lineari. Effetti non lineari e dispersivi. Rottura di onde non lineari. Modello di Burgers e trasformazione di Cole-Hopf. Metodo perturbativo multiscala. Equazioni di propagazione non lineari integrabili. Solitoni. Metodo di Hirota. Inverse scattering transform. Equazione di Schroedinger non lineare e sue applicazioni. Simmetrie di equazioni differenziali. Equazioni differenziali ordinarie tipo Painlevé. Analisi di sistemi dinamici e delle loro proprietà di stabilità. Sistemi caotici.
Testi di riferimento	B.G. Whitham, Linear and nonlinear waves, John Wiley & Sons; L. Debnath, Nonlinear Partial Differential Equations, Birkhäuser.
Altre informazioni utili	





## SCHEDA INSEGNAMENTO

### A004165 - FISICA MEDICA E RADIOPROTEZIONE

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/07
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	1°
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A65 - NANOTECNOLOGIE, FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA

Prerequisiti	Conoscenze acquisite nei corsi di Fisica Generale.
Contenuti	Il corso mira a fornire alla studente i concetti di base relativi ai meccanismi principali di interazione radiazione-materia, alla radioattività, alla radioprotezione e alle applicazioni in ambito medico (sia diagnostico che di cura) della Fisica.
Obiettivi formativi	Acquisire i concetti di base relativi alla radioattività, alla radioprotezione ed alle applicazioni in ambito biomedico della fisica.



Metodi didattici	Lezioni frontali.
Modalità d'esame	L'esame consiste in una prova orale e prevede la preparazione di una tesina su un argomento da concordare con il docente e che verrà discusso nel corso della prova orale.
Programma esteso	<p><b>La Radioattività naturale.</b> Cenni Storici. Isotopi stabili e instabili. Gli isotopi del carbonio. Abbondanza isotopica. Isobari e isotoni. I decadimenti radioattivi.</p> <p>Tempo di dimezzamento. Le serie radioattive. Le sorgenti di radiazione gamma, beta, alfa e di neutroni. Datazione con il radiocarbonio.</p> <p>Interazione radiazione materia. La perdita di energia delle particelle cariche pesanti e leggere. Potere frenante. La curva di Bragg. Range e straggling.</p> <p>L'interazione dei raggi X e raggi gamma con la materia. Interazione degli elettroni. Interazione dei positroni. Effetto fotoelettrico. Effetto Compton. Produzione di coppie.</p> <p>L'interazione dei neutroni con la materia.</p> <p><b>Rischio da esposizione a radiazioni ionizzanti.</b> Grandezze dosimetriche. Danni e fattori di rischio. Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti. Effetto diretto e indiretto. L'irradiazione del corpo umano. Relazione dose-effetto. Indice di rischio globale. La radioattività intrinseca nel corpo umano. Il Radon. Caratteristiche fisico-chimiche. Gli isotopi del Rn. Tecniche di misura del Rn. Tecniche attive e passive. Radiazione ionizzante nell'ambiente. Radiazione naturale. Radiazione antropica. L'inquinamento ambientale da sostanze radioattive. La radioattività del suolo. Ingestione di alimenti contaminati. Il trasporto di radionuclidi nell'ambiente terrestre.</p> <p>Concentrazione di radionuclidi in alcuni componenti della dieta. Sostanze radioattive nelle acque.</p> <p><b>Rivelatori di radiazione.</b> Proprietà generali dei rivelatori di radiazione. Risoluzione energetica. Efficienza. Tempo morto. Elettronica di conteggio. Camere a ionizzazione.</p> <p>Contatori proporzionali. Contatori Geiger-Muller. Rivelatori a scintillazione. Scintillatori organici ed inorganici. Fotomoltiplicatori.</p> <p>Fotodiodi. Spettroscopia gamma. Rivelatori di neutroni. Cenni</p>



	<p>di dosimetria.</p> <p><b>Acceleratori di Particelle.</b> Cenni storici. Ciclotrone. Betatrone. Sincrotrone. Acceleratori Van de Graaff, Tandem. Acceleratori lineari. Impiego degli acceleratori in medicina.</p> <p>Radiodiagnostica e radioterapia.</p> <p>Radiodiagnostica da irraggiamento X. Radiodiagnostica con radionuclidi. Periodo di dimezzamento effettivo. Impiego dello iodio. Tipologie di sorgenti impiegate. Radioterapia convenzionale. Adroterapia. Il sincrotrone del Centro CNAO. Dose assorbita da un organo. Il metabolismo dei radionuclidi. Le funzioni metaboliche.</p> <p>Modello dosimetrico per il sistema respiratorio, per il tratto gastro-intestinale, per l'osso. Il calcolo dell'accumulo corporeo. Radioprotezione. Classificazione dei lavoratori e delle zone di lavoro sorveglianza fisica e sorveglianza medica. I materiali da schermo. Dosimetri ambientali e personali. Dispositivi di protezione e monitoraggio. Dosimetri a TL.</p> <p><b>Le radiazioni elettromagnetiche in medicina.</b> La radiazione elettromagnetica e l'emissione termica. Campi elettromagnetici a bassa frequenza e a radiofrequenza.</p> <p>Le microonde in medicina. Radiazione infrarossa, visibile e UV. Dispositivi laser in medicina. Effetti biologici dei raggi ultravioletti. Caratteristiche delle onde ultrasonore.</p> <p>Frantumazione dei calcoli. Ecografia ed ecocardiografia. Diagnostica con i raggi X. Tomografia Assiale Computerizzata. Tomografia ad Emissione di Positroni. Risonanza magnetica.</p>
Testi di riferimento	<p>Radiation Detection and Measurements, G. F. Knoll, John Wiley &amp; Sons</p> <p>Fenomeni Radioattivi, G. Bendiscioli, Springer-Verlag</p> <p>Fisica Biomedica, D. Scannicchio, EDISES</p> <p>Fondamenti di Medicina Nucleare. Tecniche e Applicazioni, D. Volterrani, P.A. Erba, P. Mariani, Springer.</p>



## **SCHEDA INSEGNAMENTO**

**A004148 - LABORATORIO DI ELETTRONICA AVANZATA E ACQUISIZIONE DATI**

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/01
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LAB:36, LEZ:28
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A64 - FISICA SPERIMENTALE DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI

Prerequisiti	Conoscenza di base di elettronica, transistor ed amplificatori operazionali
Contenuti	Il corso prevede l'utilizzo della scheda di prototipazione Arduino. L'obiettivo del corso è introdurre gli studenti all'elettronica digitale ed alle nuove tecnologie digitali per l'acquisizione dei dati.



Obiettivi formativi	<p><b>Conoscenze e comprensione.</b> Possedere una solida preparazione con un ampio spettro di conoscenze di base sull'elettronica digitale e sui bus di dati.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenze e comprensione:</b> essere in grado di analizzare e risolvere problemi di moderata difficoltà, essere capaci di leggere e comprendere, in modo autonomo, testi di base sull'elettronica digitale. Capacità di utilizzare la scheda arduino.</p> <p><b>Autonomia di giudizio.</b> L'esposizione dei contenuti e delle argomentazioni sarà svolta in modo da migliorare la capacità dello studente di riconoscere analizzare situazioni anche elaborate relativa alla progettazione di circuiti digitali e acquisizione dati.</p> <p><b>Abilità comunicative.</b> La presentazione degli argomenti sarà svolta in modo da consentire l'acquisizione di una buona capacità di comunicare problemi, idee e soluzioni riguardanti l'elettronica digitale di base.</p> <p><b>Capacità di apprendimento.</b> Saranno indicati argomenti da approfondire, strettamente correlati con l'insegnamento, al fine di stimolare la capacità di apprendimento autonomo dello studente.</p>
Metodi didattici	<p><b>Il corso prevede lezioni frontali suddivise in due parti: una parte dedicata agli elementi di elettronica digitale ed una parte dedicata alla descrizione della scheda arduino ed alle istruzioni per l'utilizzo della scheda per un totale di 28 ore</b></p> <p><b>Laboratori: sono previste 36 ore di laboratorio (12 ore suddivise in 3 pomeriggi per ogni esperienza). Le prime 2 saranno indicate dal docente mentre la terza potrà essere proposta dai gruppi.</b></p>
Modalità d'esame	Gli studenti saranno valutati durante le esercitazioni e mediante una prova orale basata sulle relazioni relative alle 3 esperienze svolte
Programma esteso	Richiami di elettronica Amplificatori Operazionali Porte seriali Bus SPI Bus I2C Progetto di reti logiche combinatorie: funzioni logiche e loro realizzazione; tabelle di verità, mappe di Karnaugh; Dispositivi programmabili: MUX, ROM, PAL, PLA. Macchine a stati finiti: descrizione, ottimizzazione e sintesi. ALU, registri, contatori. Microprocessori CPU Descrizione di semplici circuiti logici e sequenziali  ARDUINO



	<p>Principi di funzionamento</p> <p>Il microcontrollore</p> <p>L'architettura AVR</p> <p>Le periferiche</p> <p>La programmazione</p> <p>Le esperienze</p> <p>Esperienza n.1</p> <p>Esperienza n.2</p> <p>Esperienza n.3</p>
Testi di riferimento	<p>“Sistemi Embedded” C. Brandolese, W. Fornaciari – Pearson</p> <p>“Elettronica Digitale”, P. Spirito, McGraw-Hill</p>
Altre informazioni utili	<p><a href="https://web.le.infn.it/marsella/didattica/laboratorio-di-elettronica-avanzata-e-acquisizione-dati/">https://web.le.infn.it/marsella/didattica/laboratorio-di-elettronica-avanzata-e-acquisizione-dati/</a></p>



## SCHEDA INSEGNAMENTO

### A004161 - NANOELETTRONICA

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/03
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	1°
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A65 - NANOTECNOLOGIE, FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA

Prerequisiti	Sono richieste in particolare conoscenze relative ai corsi di Struttura della materia e Fisica dello stato solido.
Obiettivi formativi	<b>Conoscenze e comprensione.</b> Comprendere le diverse proprietà elettroniche delle nanostrutture inorganiche a bassa dimensionalità (2D, 1D e 0D) e delle nanostrutture organiche basate sul carbonio; la peculiare fisica che governa il trasporto di carica in nanostrutture 2D, 1D e 0D, nel grafene e nei nanotubi di carbonio; il funzionamento di dispositivi mesoscopici basati su trasporto quantistico e tunneling dei



	<p>portatori; la differenza tra le proprietà magnetiche su scala macroscopica e nanometrica (nanoparticelle magnetiche e magneti molecolari) e l'esistenza di nuove classi di materiali magnetici "esotici"; il concetto di magnetoresistenza e la fisica del trasporto di spin.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenze e comprensione.</b> Essere in grado di condurre esperimenti avanzati, anche con attrezzature criogeniche, per la caratterizzazione di nuovi materiali e dispositivi ed il test di aspetti teorici studiati.</p> <p><b>Autonomia di giudizio.</b> Migliorare la capacità dello studente di analizzare con spirito critico la moderna ricerca nel settore, gli articoli scientifici e le tecniche sperimentali disponibili/impiegate.</p> <p><b>Abilità comunicative.</b> Acquisire una buona padronanza degli argomenti ed esser in grado di presentare una tematica di ricerca attuale in una presentazione orale col supporto di slides.</p> <p><b>Capacità di apprendimento.</b> Maturare un approccio metodologico tale da permettere un apprendimento autonomo di nuovi argomenti ed ulteriori approfondimenti/ricerche tramite la letteratura scientifica.</p>
Metodi didattici	Presentazioni power point multimediali contenenti animazioni ed immagini atte ad illustrare i principali argomenti del corso. Le presentazioni sono fornite agli studenti prima della lezione per permettere loro di prendere eventuali appunti durante la spiegazione in aula.
Modalità d'esame	L'esame consiste di una prova orale atta a verificare l'abilità di esporre in modo chiaro e rigoroso alcuni contenuti del corso partendo da una presentazione power point su un argomento a scelta dello studente e continuando con due domande su argomenti relativi ad altre unità didattiche. Gli studenti possono prenotarsi per l'esame finale esclusivamente utilizzando le modalità previste dal sistema VOL.
Programma esteso	<p><b>I. Proprietà elettroniche dei nanomateriali (richiami / approfondimenti in base a conoscenze studenti).</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Fisica delle nanostrutture inorganiche: Ingegnerizzazione di struttura a bande e densità degli stati, confinamento quantistico, quantum wells/wires/dots.</li><li>- Fisica dei nanosistemi organici, in particolare nanostrutture</li></ul>





di carbonio e grafene.

## **II. Trasporto di carica ed applicazioni in nanoelettronica.**

- Effetto Hall Quantistico: 2D electron gas (2DEG) in campo magnetico, Livelli di Landau, effetti Hall quantistici (intero e frazionario), Spin Hall Effect, Effetto Hall Anomalo ed isolanti topologici.

- Trasporto quantistico mesoscopico: Regimi di trasporto, formalismo di Landauer-Buttiker, Quantum point contacts, Elettronica quantistica ed esempi di dispositivi mesoscopici.

- Tunneling: Microscopia a scansione e spettroscopia ad effetto tunnel, Coulomb blockade e Transistor a singolo elettrone.

## **III. Nanomagnetismo e spintronica.**

- Magnetismo quantistico e alla nanoscala: Termini magnetici nelle Hamiltoniane, Interazione spin-orbita nello stato solido, Interazioni di scambio ed ordinamenti magnetici, Modello di Heisenberg, Magnetismo di banda, Superparamagnetismo, Tunneling quantistico della Magnetizzazione, Semiconduttori ed isolanti magnetici, Materiali multiferroici.

- Magnetoresistenza e spintronica: tipologie e loro origine fisica, Modello di Julliere, Spin-dependent tunneling e scattering, SP-STM, Dispositivi logici magnetici, Nanospintronica e Spintronica molecolare.

## **IV. Nanotecnologie per computazione quantistica.**

- Cenni di teoria dell'informazione quantistica, Computazione quantistica con sistemi allo stato solido (vari approcci con spin impurities, few electron QDs, superconducting qubits, circuit QED).

**V. Cenni su dispositivi a superconduttore, microfluidica, nanotecnologie per diagnostica e nanomedicina. (a scelta in base ad interessi studenti).**



<p>Testi di riferimento</p>	<p>Dispense fornite dal docente e per supporto/approfondimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Solid State Physics, N. W. Ashcroft, N. D. Mermin</li><li>- Quantum semiconductor structures, C. Weisbuch, B. Vinter</li><li>- Mesoscopic quantum transport, Markus Büttiker (European School on Nanosciences and Nanotechnologies)</li><li>- Magnetic Materials: Fundamentals and applications, N. A. Spaldin</li></ul>
-----------------------------	--



**UNIVERSITÀ  
DEL SALENTO**



## SCHEDA INSEGNAMENTO

### A004140 - PLANETOLOGIA

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/05
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A63 - ASTROFISICA E FISICA TEORICA

Prerequisiti	Nozioni di base di astronomia (è consigliabile aver seguito il corso di Fondamenti di Astronomia e Astrofisica)
Contenuti	Nel corso verranno trattate in dettaglio le caratteristiche fisiche dei corpi del sistema solare e dei processi fisici in atto nel nostro ed in altri sistemi planetari. Scopo del corso è quello di approfondire ed allargare le conoscenze di base sui pianeti e corpi minori del sistema solare già acquisite nel corso di Fondamenti di Astronomia e Astrofisica, fornendo nel contempo allo studente un quadro



	<p>aggiornato di alcune delle principali linee di ricerca svolte dal Gruppo di Astrofisica, il che risulta particolarmente utile al momento della scelta della tesi.</p>
Obiettivi formativi	<p><b>Conoscenze e comprensione:</b> a) conoscenza dettagliata e critica dei processi fisici in atto in ambienti planetologici (sia per quanto riguarda gli aspetti teorici che osservativi) e delle loro interconnessioni, anche in campi interdisciplinari; b) capacità di comprendere, analizzare e sintetizzare argomenti di fisica spaziale (planetaria ed interplanetaria).</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenze e comprensione:</b> a) capacità di mettere in atto procedure teorico-pratiche per formalizzare e risolvere problemi inerenti la ricerca planetologica; b) abilità di integrare conoscenze in campi diversi (fisica di base, astronomia, geologia, chimica); c) capacità di sviluppare modelli quantitativi per descrivere processi fisici in atto nel sistema solare ed in sistemi extrasolari.</p> <p><b>Autonomia di giudizio.</b> Nella trattazione dei vari fenomeni fisici studiati nel corso si mirerà, ove possibile, a sviluppare nello studente la capacità di valutare autonomamente la plausibilità delle possibili spiegazioni di quei fenomeni.</p> <p><b>Abilità comunicative.</b> La presentazione degli argomenti sarà svolta in modo da consentire l'acquisizione di una buona capacità di comunicare idee, problemi e loro soluzioni riguardanti la Planetologia, utilizzando un linguaggio preciso e rigoroso.</p> <p><b>Capacità di apprendimento.</b> Al fine di stimolare la capacità di apprendimento autonomo dello studente, saranno indicati argomenti da approfondire, strettamente correlati con quelli svolti nel corso</p>
Metodi didattici	<p>L'azione didattica si esplicherà attraverso lezioni frontali, seminari e proiezioni di filmati.</p>
Modalità d'esame	<p>Verifica tramite esame orale. La prima domanda riguarderà un argomento facoltativo (v. sottostante Programma esteso) a scelta dello studente. Le successive (due o tre) riguardano invece argomenti obbligatori (v. sottostante Programma esteso).</p>
Programma esteso	<p><b>Argomenti trattati nel corso</b></p> <p><i>I pianeti del Sistema Solare (facoltativo)</i> Caratteristiche dei pianeti e loro classificazione. Albedo di un corpo. Temperatura di equilibrio di un corpo. Cenni</p>



sull'effetto serra.

La dinamica del Sistema Solare (obbligatorio)

Perturbazioni gravitazionali. Problema dei tre corpi e punti di Lagrange. Forze dissipative ed orbite dei corpi minori. Il moto della Luna e sue periodicità.

Le maree del Sistema Solare (obbligatorio)

Maree terrestri: teorie statica e dinamica della marea. Effetto dell'attrito di marea sul sistema Terra-Luna. Evoluzione mareale del sistema Terra-Luna e di altri sistemi pianeta-satellite.

Elementi di mineralogia e petrologia (facoltativo)

Minerali e loro classificazione. Rocce: definizione, classificazione ed abbondanze nella crosta terrestre.

Il pianeta Marte e sua evoluzione climatica (facoltativo)

Caratteristiche superficiali del pianeta. Geologia e climatologia marziana. Evoluzione climatologica di Marte. Ricostruzione dell'evoluzione climatica tramite studi mineralogici.

Corpi minori del Sistema Solare (obbligatorio)

Corpi subastroidali e satelliti: polvere interplanetaria; meteoroidi, meteoriti e meteore; satelliti. Asteroidi: proprietà fisiche; relazioni tra asteroidi e meteoriti; evoluzione dinamica; forme degli asteroidi. Determinazione del raggio e dell'albedo di un corpo tramite misure di flusso nel visibile e nel lontano infrarosso. Comete: struttura; evoluzione; relazioni tra comete e asteroidi; regioni di provenienza delle comete e oggetti transnettuniani. Rischi di impatto della Terra con asteroidi e comete.

Formazione del Sistema Solare (obbligatorio)

Formazione stellare e cenni sulle stelle di presequenza. Formazione planetaria: caratteristiche generali del disco proto planetario; formazione dei planetesimi; accrescimento dei planetesimi e formazione degli embrioni planetari; formazione dei pianeti; formazione dei corpi minori (satelliti, comete, asteroidi); migrazioni planetarie (modello del "Grand Tack" e modello di Nizza).

Interazione dei grani di polvere interplanetaria con la radiazione (obbligatorio)

Teoria di Mie e formule di Mie. Sezione differenziale di diffusione e parametro di asimmetria. Diffusione di Rayleigh e di Mie. Albedo ed opacità dei grani. Teorie sui grani non sferici. Teorie sui grani compositi. Studi di laboratorio su materiale particolare.

Le proprietà spettrali della polvere interplanetaria. (obbligatorio)

Bande spettrali nell'infrarosso: spettri della componente solida; spettri della componente volatile (ghiacci).

Gli anelli del Sistema Solare (facoltativo)

Gli anelli di Saturno, Urano, Giove e Nettuno. Gli ipotetici



	<p>anelli intorno Marte e la Terra. Analisi comparativa dei vari sistemi di anelli. Origine e dinamica degli anelli. <i>I pianeti extrasolari (facoltativo)</i> Metodi di individuazione: astrometrico; velocità radiali; transiti; microlensing; individuazione diretta ed altri metodi. Caratteristiche dei pianeti extrasolari finora scoperti.</p>
Testi di riferimento	<p>a) Dispense del corso (scaricabili dal sito personale del docente).</p> <p>b) de Pater I., Lissauer J.J., Planetary Sciences, Cambridge University Press, Cambridge, U.K. (2010).</p>
Altre informazioni utili	

# FISICA (LM38)

( - Università degli Studi)

## Insegnamento TECNICHE DI DIAGNOSTICA DEL PATRIMONIO CULTURALE E AMBIENTALE

GenCod A006100

**Insegnamento** TECNICHE DI DIAGNOSTICA DEL PATRIMONIO

**Insegnamento in inglese**

**Settore disciplinare** FIS/07

**Corso di studi di riferimento** FISICA

**Tipo corso di studi** Laurea Magistrale

**Crediti** 7.0

**Ripartizione oraria** Ore Attività frontale: 49.0

**Per immatricolati nel** 2020/2021

**Erogato nel** 2021/2022

**Anno di corso** 2

**Lingua** ITALIANO

**Percorso** NANOTECNOLOGIE, FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA

**Docente**

**Sede**

**Periodo**

**Tipo esame** Orale

**Valutazione** Voto Finale

**Orario dell'insegnamento**

<https://easyroom.unisalento.it/Orario>





## SCHEDA INSEGNAMENTO

A004166 - TECNICHE DI IMAGING PER LA DIAGNOSTICA MEDICA

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/07
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	1°
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A65 - NANOTECNOLOGIE, FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA

Prerequisiti	<p>Fisica: Fisica di base, Interazione radiazione-materia, raggi X, fondamenti di Meccanica Quantistica (per la comprensione del fenomeno di risonanza magnetica).</p> <p>Informatica: nessuno, salvo la manualità nell'uso del computer.</p>
--------------	---



Contenuti	<p>Il Corso tratta di alcune delle principali tecniche fisiche di diagnostica medica per immagini (CT, MRI, Ecografia, cenni su PET). Esso descrive poi il linguaggio e ambiente di programmazione Matlab, utile per applicazioni scientifiche: ne insegna gli elementi di base e si sofferma sulle applicazioni nel trattamento di immagini, dapprima in generale e poi nel campo delle immagini diagnostiche. Sono introdotti i sistemi CAD (Computer-Assisted Detection) per l'individuazione automatica di patologie in immagini di diagnostica medica, e si danno cenni sui sistemi di classificazione e sulle reti neurali artificiali, per le applicazioni in diagnostica per immagini. Il Corso è accompagnato da esercitazioni pratiche in Laboratorio Informatico sui vari argomenti trattati.</p>
Obiettivi formativi	<p><b>Risultati di apprendimento previsti:</b></p> <p>Conoscenze: Fisica della CT (Computed Tomography), MRI (Magnetic Resonance Imaging), ecografia, PET. Matlab: nozioni di base, nozioni avanzate, trattamento di immagini di diagnostica radiologica; sistemi CAD, classificatori a reti neurali.</p> <p>Abilità: uso di Matlab per la realizzazione di software per la Ricerca Scientifica, con particolare riguardo ai sistemi di pattern recognition e CAD per la Medicina.</p>
Metodi didattici	<p>Tranne alcune lezioni introduttive o puramente teoriche, l'intero Corso è svolto in Laboratorio Informatico, con esercitazioni sulla maggior parte del materiale studiato.</p>
Modalità d'esame	<p><u>Introduzione</u> al corso, argomenti e finalità.</p> <p><u>Tecniche di imaging diagnostico.</u> Ecografia: basi fisiche e implementazione ingegneristica; artefatti. Fenomeno della risonanza magnetica degli spin, tempi di rilassamento T1 e T2, sequenze, codifica spaziale. Raggi X e radiografia. TC. Generazioni di dispositivi per TC. Numeri di Hounsfield. Proiezioni: MPR, MIP...</p> <p><u>Matlab.</u> Introduzione a Matlab. Vettori e matrici, operazioni aritmetico-logiche, standard input-output. Strutture di controllo. Plot-subplot. M-files. Istruzioni: find, tic/toc, pause, numeri casuali, etc. Applicazioni: uso del coefficiente di correlazione, Adattamento di una distribuzione gaussiana a dati sperimentali; artificial life (simulazione di automi cellulari), simulazione dell'assorbimento di fotoni da parte di un materiale di dato spessore e caratteristiche fisiche (modello semplificato). Fit lineari e polinomiali (polyfit/polival). Fit</p>



	<p>con esponenziali. Grafici lineari e logaritmici.</p> <p><u>Immagini analogiche e digitali.</u> Immagini di diagnostica medica. Acquisizione/elaborazione di immagini diagnostiche. Discretizzazione spaziale: dimensioni ("risoluzione") di un'immagine digitale, pixel (voxel) (numeri binari). Il "colore" (b/w, grigi, etc). Memorizzazione di un'immagine, profondità di colore, bit per pixel. Immagini 2D e 3D. Numeri di Hounsfield. Finestra dei grigi. DICOM. Operazioni sulle immagini. Istogramma di intensità. Stretching dell'istogramma con le istruzioni di Matlab (imadjust). Operazioni di thresholding: teoria e applicazioni. Operazioni morfologiche su immagini. Formato DICOM e uso di un visualizzatore di immagini (per la visualizzazione e lo studio di un'immagine CT polmonare); centro e larghezza della finestra dei grigi. Proiezioni assiali/coronali/sagittali.</p> <p>Teoria della <u>segmentazione di immagini di diagnostica medica</u>; applicazioni. Individuazione di "oggetti" nelle immagini.</p> <p><u>Reti neurali artificiali.</u> Introduzione. Finalità. Spazio delle feature. Backpropagation. Reti con e senza strati nascosti. Soluzione di problemi linearmente separabili e non.</p> <p><u>Sistemi CAD.</u> Caratteristiche di un test diagnostico: Concetto di (vero o falso) positivo, (vero o falso) negativo. Sensibilità e specificità. Spazio ROC. Area sotto la curva ROC; istruzione roc e plotroc; istruzione trapz; aggiunta di rumore ai dati e verifica della dipendenza dell'area sotto la curva (AUC) dalla percentuale di rumore.</p>
Programma esteso	
Testi di riferimento	<p>Dispense fornite dal docente. Per approfondimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• "Elaborazione delle Immagini Digitali", R. C. Gonzalez, R. E. Woods, III ed., Pearson, Prentice Hall Italia, (Ottobre 2008), ISBN: 9788871925066</li><li>• "Pattern Classification", P. E. Hart, D. G. Stork, R. O. Duda, II ed., Wiley-Interscience (Ottobre 2000), ISBN: 978-0471056690</li></ul>

# FISICA (LM38)

( - Università degli Studi)

## Insegnamento **TECNICHE DI SPETTROMETRIA DI MASSA E TECNICHE NUCLEARI DI ANALISI**

GenCod A006101

**Insegnamento** TECNICHE DI SPETTROMETRIA DI MASSA E

**Insegnamento in inglese**

**Settore disciplinare** FIS/07

**Corso di studi di riferimento** FISICA

**Tipo corso di studi** Laurea Magistrale

**Crediti** 7.0

**Ripartizione oraria** Ore Attività frontale:  
49.0

**Per immatricolati nel** 2020/2021

**Erogato nel** 2021/2022

**Anno di corso** 2

**Lingua** ITALIANO

**Percorso** NANOTECNOLOGIE, FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA

**Docente**

**Sede**

**Periodo**

**Tipo esame** Orale

**Valutazione** Voto Finale

**Orario dell'insegnamento**

<https://easyroom.unisalento.it/Orario>



## **SCHEDA INSEGNAMENTO**

A004163 - TECNICHE SPETTROSCOPICHE

Corso di studi di riferimento	LM38 - FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "ENNIO DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/01
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	LEZ:49
Ore di studio individuale	
Anno di corso	2°
Semestre	1°
Lingua di erogazione	Italiano
Percorso	A65 - NANOTECNOLOGIE, FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA

Prerequisiti	Conoscenze di meccanica quantistica e di elettromagnetismo classico
Obiettivi formativi	Il corso mira a fornire un quadro per quanto possibile ampio sulle principali tecniche di spettroscopia ottica, utili per studiare le proprietà elettroniche dei materiali.
Metodi didattici	Il corso alterna lezioni frontali in aula ad attività sperimentale svolta nel Laboratorio di Fotonica.



Modalità d'esame	Orale
Programma esteso	<p><i>1. Interazione radiazione materia</i></p> <p>Assorbimento, emissione spontanea ed emissione stimolata (coefficienti di Einstein); modellizzazione classica di assorbimento e dispersione; legame tra sezione d'urto di assorbimento, coefficiente di assorbimento e coefficienti di Einstein; concetto di forza d'oscillatore e relazione con i coefficienti di Einstein; probabilità di transizione.</p> <p>-Tempo di vita di uno stato eccitato e legame con il coefficiente di Einstein di emissione spontanea.</p> <p>-Interazione radiazione materia: modello semiclassico in approssimazione di campo debole.</p> <p>-Probabilità di transizione con eccitazione non monocromatica.</p> <p><i>2. Larghezza e profili delle righe spettrali</i></p> <p>-Larghezza di riga naturale</p> <p>-Profilo di riga Lorentziano</p> <p>-Legame tra larghezza di riga e tempo di vita</p> <p>-Effetto Doppler ed allargamento delle righe</p> <p>-Allargamento omogeneo e inhomogeneo</p> <p>-Saturazione e allargamento in potenza</p> <p>-Saturazione della popolazione dei livelli per pompaggio ottico</p> <p>-Allargamento per saturazione di un profilo di riga omogeneo</p> <p><i>3. Strumentazione spettroscopica: Spettrometri e monocromatori</i></p> <p>-Proprietà di base: velocità di uno spettrometro, trasmissione spettrale, potere risolutivo di uno spettrometro, intervallo spettrale libero.</p> <p>- Spettrometro a prisma: dispersione angolare e potere</p>



risolutivo dello spettrometro.

-Spettrometri a reticolo: richiamo principio di funzionamento del reticolo in trasmissione, analogie e differenze del reticolo in riflessione, angolo di blaze, condizioni di interferenza costruttiva massima, distribuzione di intensità della luce riflessa, potere risolutivo spettrale

#### *4. Strumentazione spettroscopica: interferometri*

-Concetti base

-Interferometro di Michelson

-Spettroscopia di Fourier

-Interferometro di Mach-Zender (cenni)

-Componenti ottici basati su fenomeni di interferenza: rivestimenti dielettrici multistrato e filtri interferenziali.

#### *5. Strumentazione spettroscopica: fotorivelatori*

-Fotodiodi

-Fotomoltiplicatori

-Array di detector

#### *5. Strumentazione spettroscopica: l'ellissometro*

#### *6. Tecniche avanzate di spettroscopia ottica*

-Tecniche di spettroscopia risolta in tempo, dal rilassamento radiativo alle oscillazioni coerenti

-Tecniche di spettroscopia risolta spazialmente oltre il limite di diffrazione

#### ***Esperimenti***

-Autocostruzione di uno spettrometro e determinazione dello spettro di emissione di gas rarefatti.

-Determinazione del potere risolutivo di uno spettrometro e stima del campo magnetico interno di un atomo partendo dallo spettro di emissione



	<p>-Determinazione della funzione dielettrica di un film sottile tramite ellissometria spettroscopica</p> <p>-Misurazione dell'emissione stimolata e del guadagno ottico in una guida d'onda attiva</p>
Testi di riferimento	Wolfgang Demtroder " <i>Laser spectroscopy 1</i> ", Springer.
Altre informazioni utili	





## **SCHEDA INSEGNAMENTO**

### **OTTICA QUANTISTICA**

Corso di studio di riferimento	FISICA
Dipartimento di riferimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA "E. DE GIORGI"
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/03
Crediti Formativi Universitari	7
Ore di attività frontale	49
Ore di studio individuale	-
Anno di corso	2
Semestre	PRIMO
Lingua di erogazione	ITALIANO
Percorso	NANOTECNOLOGIE, FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA



Prerequisiti	Fisica I-II-III-IV, Istituzioni di fisica teorica
Breve descrizione del corso	<p>Il corso mira a fornire allo studente le basi dei concetti e del formalismo usati in ottica quantistica e si divide in tre parti: la prima parte illustrerà la trattazione quantistica (di prima e seconda quantizzazione) della interazione radiazione-materia (teoria delle perturbazioni, seconda quantizzazione, quantizzazione campo elettromagnetico); nella seconda parte si illustrerà l'elettrodinamica quantistica in cavità confinate (modello di Jaynes Cumming, Quantum Rabi model), elementi di Quantum computing; nella terza parte si illustrerà si mostreranno i concetti, gli esperimenti fondamentali e il formalismo dei processi di entanglement con particolare risalto alle disuguaglianze di Bell e al teletrasporto quantistico di fotoni.</p>



Obiettivi formativi	<ul style="list-style-type: none"><li>•Lo studente comprenderà l'uso di metodi matematici e sperimentali per l'indagine di fenomeni quantistici ottici</li><li>•Lo studente apprenderà come usare tool matematici di seconda quantizzazione per la descrizione di fenomeni di interazione radiazione materia in seconda quantizzazione</li></ul>
Metodi didattici	<p>•Il corso si svolgerà con lezioni frontali mediante uso di lavagna e proiettore, nonché esperimenti qualitativi in aula per meglio fissare i concetti esposti. Ogni settimana verrà effettuato un piccolo test per validare il grado di preparazione acquisita in itinere. Saranno inoltre forniti 5 quesiti teorici complessi da svolgere a casa durante la durata del corso e degli esperimenti semplici da svolgere a casa per la visualizzazione di alcuni fenomeni ondulatori.</p>
Modalità d'esame	Esame Orale



Programma

Parte I: l'interazione radiazione materia:

Atomi interagenti con un campo elettromagnetico classico; Modello di Lorentz, quantizzazione della radiazione libera, specchi semiriflettenti, il vuoto quantistico, interferenza di singolo fotone e dualismo onda corpuscolo: una applicazione del formalismo, interazione di un atomo con un campo E.M. quantizzato

Parte II: elettrodinamica quantistica di cavità:

Autostati di un sistema atomo-cavità e modello di Jaynes-Cummings, Emissione spontanea di un atomo in cavità ed Effetto Purcell, strong coupling, esperimenti di decoerenza quantistica

Parte III: Entanglement

Entanglement: introduzione al formalismo, coppie di fotoni entangled in esperimenti reali, paradosso EPR, disuguaglianze di Bell



**UNIVERSITÀ  
DEL SALENTO**

Testi di riferimento

Introduction to Quantum Optics, Grynberg, Aspect,  
Fabre, Cambridge