

STRUTTURA	Scuola Politecnica - DEIM
ANNO ACCADEMICO	2014/2015
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE	Ingegneria Elettronica
INSEGNAMENTO	C.I. : Fisica dei Materiali per l'Elettronica (A) e Fisica Medica (B)
TIPO DI ATTIVITÀ	Affine
AMBITO DISCIPLINARE	Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	17649
ARTICOLAZIONE IN MODULI	SI
NUMERO MODULI	2
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	FIS/03 + FIS/07
DOCENTE RESPONSABILE	Dominique Persano Adorno Ricercatore confermato Università di Palermo
DOCENTE COINVOLTO	Da designare
CFU	6 (A) + 3 (B)
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	139
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	56 (A) + 30 (B) (4+2 CFU di lezioni, 1.5+0.5 CFU di esercitazioni, 0.5+0.5 CFU di laboratorio)
PROPEDEUTICITÀ	Conoscenze di Fisica e Matematica acquisite nel corso di laurea di primo livello
ANNO DI CORSO	Primo
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	Consultare il sito politecnica.unipa.it
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, esercitazioni in aula, esperienze in laboratorio.
MODALITÀ DI FREQUENZA	Facoltativa
METODI DI VALUTAZIONE	Prova orale
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
PERIODO DELLE LEZIONI	Consultare il sito politecnica.unipa.it
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultare il sito politecnica.unipa.it
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Consultare il sito politecnica.unipa.it

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

A: Lo studente, al termine del Corso, avrà acquisito i concetti di base della meccanica quantistica. Inoltre, avrà conoscenza della fenomenologia e dei principi fondamentali della fisica atomica e dello stato solido.

B: Alla fine del corso lo studente avrà acquisito i concetti di base della radioattività. Oltre che la fisica di base e i modelli più rilevanti che la descrivono, il corso introdurrà elementi relativi alle numerose applicazioni di questo fenomeno, in campo scientifico, industriale e medico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

A: Lo studente sarà in grado di schematizzare i fenomeni fisici studiati e di applicare i principi e le

equazioni della meccanica quantistica ai modelli fisici usati per la descrizione di processi fisici elementari.

B: Lo studente sarà in grado di discutere gli effetti biologici delle radiazioni e di apprezzarne l'impatto, sia per quanto riguarda la radioattività naturale che quella artificiale.

Autonomia di giudizio

Lo studente sarà in grado di correlare i dati osservativi relativi ai fenomeni studiati, riconoscendo le leggi che li governano; sarà in grado di valutare criticamente i risultati qualitativi e quantitativi ottenuti dall'uso delle equazioni che descrivono i processi fisici coinvolti.

Abilità comunicative

Lo studente avrà acquisito la capacità di esporre con coerenza e proprietà di linguaggio le problematiche inerenti gli argomenti del corso, sapendo cogliere le connessioni con gli argomenti trattati nei corsi frequentati in precedenza o nello stesso semestre.

Capacità d'apprendimento

A: Lo studente avrà appreso le leggi fondamentali della meccanica quantistica; avrà conoscenza delle proprietà elettroniche dei metalli dei semiconduttori e degli isolanti e sarà in grado di affrontare in modo critico ed autonomo problematiche tipiche poste dallo sviluppo di tecnologie avanzate nel settore della microelettronica.

B: Lo studente sarà in grado di descrivere le applicazioni in Ingegneria Medica dei vari tipi di onde elettromagnetiche. Conoscerà le caratteristiche della radiazione X, della sua produzione e del suo assorbimento nella materia; la struttura degli atomi e dei nuclei, in particolare in connessione con i decadimenti radioattivi e la relativa legge di decadimento.

OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivi formativi sono:

A: (i) l'acquisizione dei concetti di base della meccanica quantistica; (ii) la conoscenza della fenomenologia e dei principi fondamentali della fisica atomica e della fisica dello stato solido.

B: (i) la conoscenza dei vari tipi di radiazioni ionizzanti; (ii) l'acquisizione delle nozioni elementari necessarie nell'applicazione alla medicina delle radiazioni ionizzanti alla terapia, alla diagnostica ed alla radioprotezione.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
5	Radiazione di corpo nero; Calore specifico dei solidi; Effetto fotoelettrico; Effetto Compton; Concetto di fotone e legge di Planck; Spettro dell'atomo di idrogeno; Postulati e modello atomico di Bohr; Regole di quantizzazione; Lunghezza d'onda di De Broglie; Esperimento di diffrazione di Davisson e Germer; Dualismo onda-corpuscolo e complementarità; Pacchetti d'onda; Principio di corrispondenza; Principio di indeterminazione di Heisenberg.
5	Equazione di Schroedinger; La funzione d'onda e la sua interpretazione probabilistica; Operatori hermitiani e grandezze fisiche; Misura di una grandezza fisica e significato degli autovalori; Misura contemporanea di più grandezze fisiche. Quantizzazione dell'energia. Stati legati.
9	Particella libera; Gradino di potenziale; Barriera di potenziale; Buca di potenziale di profondità infinita; Buca di potenziale di profondità finita; Effetto tunnel; Oscillatore armonico; Quantizzazione del momento angolare e spin dell'elettrone; l'atomo di idrogeno. Effetto Zeeman; interazione spin-orbita. Cenni sulla teoria delle perturbazioni indipendenti e dipendenti dal tempo. Principio di indistinguibilità delle particelle identiche; principio di esclusione di

	Pauli; tavola periodica degli elementi; equazione di Schroedinger per un sistema di atomi: approssimazione di Born – Oppenheimer. Meccanica statistica quantistica: statistica di Bose-Einstein, statistica di Fermi-Dirac. Fermioni e bosoni. Limite classico e distribuzione di Maxwell- Boltzmann.
9	Reticoli cristallini e reticoli di Bravais; Celle unitarie e metodo di Wigner-Seitz. Indici di Miller; Diffrazione di onde da parte di un cristallo; Equazione di Bragg; Spazio reciproco; Zone di Brillouin. Tipi di legame nei solidi; Vibrazioni di reticoli monoatomici e biatomici; Branche acustiche e branche ottiche; Fononi; Calore specifico dei solidi cristallini; Modello di Einstein; Modello di Debye; Densità degli stati; Cenni sulle interazioni anarmoniche nei cristalli; Conducibilità termica. Gas di elettroni liberi; Modello di Drude per la conducibilità elettrica nei metalli; Energia di Fermi; Calore specifico e conducibilità termica dei metalli. Teorema di Bloch; Modello di Kronig e Penney; Bande di energia per un elettrone in un solido; Moto dell’elettrone in un potenziale esterno e concetto di massa efficace; Bande di energia nei semiconduttori; Concetto di “buca”. Semiconduttori intrinseci e semiconduttori drogati; Donori e accettori. Cenni sulla formazione di un eccitone. Eccitoni di Mott-Wannier. Eccitoni di Frenkel. Superconduttori di I e II tipo; Cenni sulla teoria BSC e coppie di Cooper; Superconduttori ad alta temperatura critica.
4	Interazione radiazione-materia: Interazione delle particelle cariche pesanti, degli elettroni veloci e della radiazione gamma con la materia; Interazione di neutroni con la materia: generalità, neutroni lenti e veloci, sezione d’urto per cattura e fissione, lunghezze di attenuazione e moderazione di neutroni.
4	I rivelatori di radiazione: caratteristiche di un rivelatore: sensibilità, risoluzione energetica, risposta temporale, tempo morto e relativi metodi di calcolo, efficienza; gli scintillatori: principi di funzionamento, scintillatori organici ed inorganici; il fotomoltiplicatore; Rivelatori a semiconduttore: giunzione p-n, giunzione p-i-n, rivelatori al Ge e Si; Criteri per la scelta di un rivelatore.
4	Introduzione alla radioattività: Cenni sulla scoperta della radioattività; Il decadimento radioattivo: decadimento alfa, decadimento beta, cattura elettronica, raggi gamma; definizione di vita media, legge del decadimento radioattivo; Radioattività naturale: radionuclidi primordiali, concetto di equilibrio transiente e di equilibrio secolare; radionuclidi cosmogenici; La radioattività nella vita di tutti i giorni: tipici contenuti di radionuclidi nei cibi, nelle rocce, in atmosfera.
2	Scoperta del radon (Rn), caratteristiche chimiche del Rn, isotopi del Rn; Meccanismi di emanazione e potere emanante; Scoperta della pericolosità del Rn; motivi della pericolosità del Rn; Radon outdoor: sorgenti, tipici andamenti delle concentrazioni, profilo in atmosfera; Radon indoor: sorgenti (suolo, materiali da costruzione, acqua), meccanismi di accumulo del Rn nei luoghi chiusi, effetto camino, interventi di prevenzione e risanamento delle abitazioni.
ESERCITAZIONI	
3	Radiazione di corpo nero e legge di Planck; effetto fotoelettrico; effetto Compton; modello atomico di Bohr (idrogeno) e principio di corrispondenza; esperimento di diffrazione di Davisson e Germer; dualismo onda-corpuscolo e complementarità; principio di indeterminazione.
3	Equazione di Schroedinger; la funzione d’onda e la sua interpretazione probabilistica; operatori hermitiani e grandezze fisiche; Misura di una grandezza fisica e significato degli autovalori; misura contemporanea di più

	grandezze fisiche. Calcolo dell'energia elettrostatica nel vuoto e in un dielettrico.
6	Particella libera; oscillatore armonico; particella nella buca di potenziale cenni sull'effetto tunnel; quantizzazione del momento angolare e spin dell'elettrone; l'atomo di idrogeno; teoria delle perturbazioni indipendenti e dipendenti dal tempo; principio di indistinguibilità delle particelle identiche; principio di esclusione di Pauli; tavola periodica degli elementi; equazione di Schroedinger per un sistema di atomi: approssimazione di Born – Oppenheimer. Meccanica statistica quantistica: statistica di Bose-Einstein, statistica di Fermi-Dirac.
6	Tipi di legame nei solidi elettrone in un reticolo monodimensionale; reticoli cristallini; spazio reciproco; zone di Brillouin; teorema di Bloch; bande di energia per un elettrone in un solido; modelli di Drude e di Sommerfeld della conducibilità elettrica nei metalli; moto dell'elettrone in un potenziale esterno e concetto di massa efficace; bande di energia nei semiconduttori; concetto di "buca" e livello di Fermi.
3	Principi di radioprotezione: Le radiazioni ionizzanti, LET, motivi della pericolosità delle radiazioni ionizzanti; Definizioni ed unità di misura: dose assorbita, dose equivalente, dose equivalente efficace, dose equivalente impegnata; Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti; I principi della radioprotezione e cenni di radioprotezione dell'ambiente.
3	Applicazioni mediche delle radiazioni: traccianti radioattivi, radiografie, radiografie a neutroni, sterilizzazione; tecniche di imaging, tecniche terapeutiche. Applicazioni scientifiche: la datazione radiometrica e il metodo del carbonio radioattivo. Analisi di Fourier e sue applicazione nell'analisi di segnali biomedici, quali ECG, ERG ed EEG.
	LABORATORIO
2	Esperimento di Franck e Hertz.
2	Esperimento sull'effetto fotoelettrico.
2	Esperimento sulla emissione di spettri a righe degli atomi alcalini.
8	Introduzione al metodo Monte Carlo. Utilizzo di codici Monte Carlo per il calcolo di velocità ed energia in semiconduttori di tipo covalente e ionico. Introduzione alla elettronica di spin (spintronica).
6	Misure di emissione di radiazione e.m.
TESTI CONSIGLIATI	1 - F. Ciccacci: <i>"Introduzione alla Fisica dei quanti"</i> , (EdiSES srl- Napoli). 2 - D. J. Griffiths: <i>"Introduzione alla meccanica quantistica"</i> , (CEA). 3 - M. Alonso e E. J. Finn: <i>"Fundamental University Physics - vol. III - Quantum and Statistical Physics"</i> , (Addison-Wesley Publishing Co). 4 - J. Singh: <i>"Modern Physics for Engineers"</i> , (John Wiley and Sons, inc. New York). 5 - C. Kittel: <i>"Introduction to solid state physics"</i> , 8th Edition (Wiley) 6- C. L. Tang: <i>"Fundamentals of Quantum Mechanics for Solid State Electronics and Optics"</i> , (Cambridge University Press). 7- L. Colombo: <i>"Elementi di struttura della materia"</i> , (Hoepli). 8- G.C. Lowental et P.L. Airey: <i>"Practical application of radioactivity and nuclear radiations"</i> , Cambridge University Press .