UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	ELECTRONICS ENGINEERING
INSEGNAMENTO	PHOTONICS: PRINCIPLES AND APPLICATIONS
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20925-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	21172
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	FIS/07
DOCENTE RESPONSABILE	BASILE SALVATORE Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	102
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	48
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	1
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**BASILE SALVATORE** Martedì 15:00 17:00 Viale delle Scienze, Edificio 6 (ex DIN), stanza 213. Nel periodo di non svolgimento di attivita didattica in presenza si svolge su piattaforma Teams, previa prenotazione via email. Giovedì 15:00 17:00 Viale delle Scienze, Edificio 6 (ex DIN), stanza 213. Nel periodo di non svolgimento di attivita didattica in presenza si svolge su piattaforma Teams, previa prenotazione via email.

DOCENTE: Prof. SALVATORE BASILE

PREREQUISITI	Buona conoscenza degli argomenti di Fisica I, Fisica II, Matematica, Geometria. E` utile la conoscenza di argomenti quali distribuzioni e trasformate integrali.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione Comprensione teorica: acquisire una buona comprensione dei principî della fisica moderna, fotonica e laser (struttura logica e matematica, supporto sperimentale, fenomeni fisici da essa descritti) e le loro applicazioni per l'ingegneria. Abilita' matematiche: essere in grado di comprendere e padroneggiare l'uso dei metodi matematici piu' comunemente utilizzati. La verifica di questo obiettivo viene effettuata durante la prova scritta ed il colloquio. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione Soluzione di problemi: saper valutare chiaramente gli ordini di grandezza in situazioni che sono fisicamente differenti, ma che mostrano analogie, permettendo cosi' l'uso di soluzioni note a nuovi problemi. Essere in grado di risolvere problemi di fisica moderna, fotonica e laser. Modellizzazione: essere in grado di identificare gli elementi essenziali di un processo / situazione e di creare un modello degli stessi; essere in grado di valutare le approssimazioni richieste. La verifica di questo obiettivo viene effettuata durante la prova scritta e durante il colloquio. Autonomia di giudizio Essere in grado di individuare il modo piu' efficace per la soluzione di problemi di fisica moderna, fotonica e laser utilizzando un approccio attraverso le leggi fondamentali. Acquisire una comprensione di come le leggi della fisica moderna, fotonica e laser siano applicabili a molti campi, ed in particolare all'ingegneria. Cio' sara' verificato nell'ambito del colloquio in sede di verifica finale. Abilita' comunicative Essere in grado di descrivere, analizzare e risolvere problemi di fisica moderna, fotonica e laser usando una terminologia appropriata ed essere capace di comunicazione scritta e orale su argomenti correlati. Essere in grado di descrivere la logica della strategia utilizzata nella risoluzione dei problemi. Essere in grado di migliorare le competenze di lavorare in gruppo. L'acquisizione delle abilita' comunicative da parte dello studente sara' verificata tramite il colloquio finale. Capacita' di apprendimento Lo studente avra' appreso le leggi fondamentali della fisica moderna, fotonica e laser e le metodologie tipiche delle scienze fisiche da applicare alle problematiche dell'ingegneria, in modo critico ed autonomo. Egli avra' inoltre migliorato la capacita' di studio indipendente. Essere in grado di avvicinarsi ad argomenti piu' avanzati attraverso le risorse disponibili (riviste scientifiche, siti web), cosi' come attraverso altre fonti di informazioni rilevanti per il lavoro futuro. La capacita' di apprendimento sara' verificata nel corso della prova finale nell'ambito della quale lo studente, dara' prova della consapevolezza raggiunta e della capacita' critica di analisi e sintesi degli aspetti teorici e applicativi della disciplina studiata.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	L'esame consiste in due prove, una orale e una scritta. La valutazione di entrambe e' in trentesimi. Il voto finale e' determinato tenendo conto sia della prova scritta sia della prova orale. Obiettivo delle prove: verificare la conoscenza dei principi della fisica moderna, della fotonica e dei laser e delle loro applicazioni per risolvere semplici problemi. Verificare la capacita' di modellizzazione e di identificazione degli elementi essenziali di un problema. Tipologia delle prove: prova scritta (problemi e/o esercizi a risposta simbolica o numerica, chiusa o aperta); il superamento della prova scritta (con una valutazione non inferiore a 18/30) consente l'accesso alla prova orale (discussione della prova scritta e domande su argomenti di carattere generale e/ o esercizi con riferimento ai testi consigliati). La prova orale deve essere sostenuta nello stesso appello in cui e' stata superata la prova scritta. Durata della prova scritta non superiore a tre ore. Durante la prova scritta non e' consentito l'uso di libri di alcun tipo o appunti del corso. E' consentito l'uso di una calcolatrice e di un formulario. CRITERI DI VALUTAZIONE VOTO da 28 a 30 - 30 e lode RISULTATI DI APPRENDIMENTO Livello complessivo: ottimo/eccellente. Lo studente dimostra di aver raggiunto la maggior parte/tutti i risultati di apprendimento previsti per il corso, come di seguito elencati. CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRENSIONE Ottima/eccellente conoscenza e padronanza degli argomenti del corso CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE

	Ottima/eccellente capacita' di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, con alto grado di autonomia, efficacia e con elementi di originalita. AUTONOMIA DI GIUDIZIO. ABILITA' COMUNICATIVE. CAPACITA' D'APPRENDIMENTO Elevate/eccellenti capacita' logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi, anche in presenza di informazioni parziali su problematiche/applicazioni, anche complesse, riguardanti ambiti disciplinari o interdisciplinari ad essi correlati. Piene/eccellenti capacita' espositive e di argomentazione, ottima/eccellente chiarezza e proprieta' di linguaggio. Efficaci e articolate capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, a testimonianza di una piena capacita' di intraprendere studi successivi o affrontare l'attivita' professionale con alto grado di autonomia. VOTO da 24 a 27 RISULTATI DI APPRENDIMENTO Livello complessivo: buono. Lo studente dimostra di aver raggiunto la maggior parte/tutti i risultati di apprendimento previsti per il corso, come di seguito elencati. CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRENSIONE Buona conoscenza e padronanza degli argomenti del corso, con pochi e non significativi errori, inesattezze o omissioni CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE Buone capacita' di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, con adeguata autonomia ed efficacia. AUTONOMIA DI GIUDIZIO. ABILITA' COMUNICATIVE. CAPACITA' D'APPRENDIMENTO Buone/soddisfacenti capacita' logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi su problematiche/applicazioni, riguardanti ambiti disciplinari o interdisciplinari ad essi correlati. Buone capacita' espositive e di argomentazione, buona chiarezza e proprieta' di linguaggio. Buone/soddisfacenti capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, a testimonianza di una adeguata capacita' di intraprendere studi successivi o affrontare l'attivita' professionale in modo autonomo. VOTO da 18 a 23 RISULTATI DI APPRENDIMENTO Livello complessivo: discreto/sufficiente. Lo studente dimostra di aver raggiunto la maggior parte/tutti i risultati di apprendimento previsti per il corso, come di seguito elencati. CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRENSIONE Sufficiente/discreta conoscenza e padronanza degli argomenti del corso, anche se con alcuni errori, inesattezze o lacune CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE Sufficiente/discreta capacita' di applicazione delle proprie conoscenze per l'analisi e la soluzione dei problemi proposti, anche se con limitata autonomia ed efficacia. AUTONOMIA DI GIUDIZIO. ABILITA' COMUNICATIVE. CAPACITA' D'APPRENDIMENTO Accettabili capacita' logiche e analitiche per orientarsi e formulare giudizi anche se incerti, parzialmente guidati e limitatamente a tematiche e applicazioni in ambito disciplinare. Sufficienti/discrete capacita' espositive e di argomentazione, chiarezza e proprieta' di linguaggio. Accettabili capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, che, se pur con qualche limite, possono consentire di affrontare gli studi successivi o l'attivita' professionale in modo sufficientemente autonomo. VOTO da 0 a 18 RISULTATI DI APPRENDIMENTO Livello complessivo: insufficiente. Lo studente dimostra di aver non raggiunto i risultati di apprendimento minimi

	previsti per il corso, come di seguito dettagliato. CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRENSIONE Insufficiente conoscenza e padronanza degli argomenti del corso, con molti errori, inesattezze o gravi lacune CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE Insufficiente capacita' di applicazione delle proprie conoscenze, tali da non consentire di analizzare e risolvere i problemi proposti in modo accettabile; mancanza di autonomia ed efficacia nell'approccio ai problemi proposti. AUTONOMIA DI GIUDIZIO. ABILITA' COMUNICATIVE. CAPACITA' D'APPRENDIMENTO Limitate capacita' logiche e analitiche, incapacita' di orientarsi e formulare giudizi in ambito disciplinare. Carenti capacita' espositive e di argomentazione, scarsa chiarezza e proprieta' di linguaggio. Inadeguate capacita' di rielaborazione delle conoscenze acquisite e di collegamento multidisciplinare, tali da non permettere di proseguire gli studi o affrontare l'attivita' professionale in modo sufficientemente autonomo.
OBIETTIVI FORMATIVI	Conoscenza delle basi sperimentali e teoriche della fisica moderna, della fotonica e dei laser e delle loro applicazioni tecnologiche. Applicare le conoscenze per la risoluzione di semplici problemi di meccanica quantistica, di fisica nucleare e di interazione radiazione materia utilizzando le relazioni fondamentali ed i principî di conservazione.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali ed esercitazioni in aula svolte sia dal docente che dagli studenti, guidati dal docente o in modo autonomo, singolarmente o in gruppo. Strumenti a supporto della didattica: lavagna, gesso e cancellino; computer e videoproiettore.
TESTI CONSIGLIATI	Notes and teaching resources provided by the instructor. Most of the suggested textbooks will be freely available to students from Unipa IP addresses. Access to books depends on the agreements with publishers for the current academic year. First part: modern and quantum physics. P.R. Berman, "Introductory Quantum Mechanics", 2018, Springer, ISBN 9783319685984, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-68598-4 J. Singh, "Quantum Mechanics: Fundamentals and Applications to Technology", 1996, Wiley, ISBN 9783527618194, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527618194 D.M. Kim, "Introductory Quantum Mechanics for Applied Nanotechnology", 2015, Wiley, ISBN 9783527412457, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527677191 O. Stenzel, "Light–Matter Interaction. A Crash Course for Students of Optics, Photonics and Materials Science", 2022, Springer, ISBN 978-3-030-87144-4, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-87144-4 L. Salasnich, "Modern Physics", 2022, Springer, ISBN 9783030937423, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-93743-0 D.A. Steck, "Quantum Mechanics", available on line at https://atomoptics-nas.uoregon.edu/~dsteck/teaching/quantum-mechanics/ D.A. Steck, "Quantum and Atom Optics", available on line at https://atomoptics-nas.uoregon.edu/~dsteck/teaching/quantum-optics/ Second part: photonics. D.A. Steck, "Classical and Modern Optics", available on line at http://atomoptics-nas.uoregon.edu/~dsteck/teaching/optics/ G.A. Reider, "Photonics, An Introduction", 2016, Springer, ISBN 978-3-319-26076-1, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-26076-1 V. Degiorgio, I. Cristiani, "Photonics, A Short Course", 2e, 2016, Springer, ISBN 978-3-319-20627-1, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-20627-1 T.P. Pearsall, "Quantum Photonics", II / 2020, Springer, ISBN 978-3-030-47324-2, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-47325-9 K.F. Renk, "Basics of Laser Physics for Students of Science and Engineering", 2e, 2017, Springer, ISBN 978-3-319-50651-7, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-50651-7 G. Giusfredi, "Physical Optics", 2019, Springer, ISBN 9783030252786, https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-25279-3 Recommended/Supplementary reading J. Kono, "Quantum Mechanics for Tomorrow's Engineers", 2022, Cambridge, ISBN:9781108842587. D.J. Griffiths, D.F. Schroeter, "Introduction to Quantum Mechanics", III 2018, Cambridge, ISBN 9781107189638. Italian edition: D.J. Griffiths, D.F. Schroeter, "Introduzione alla meccanica

	quantistica", II ita (III ing) / 2023, CEA, ISBN 9788808799814. J.J. Sakurai, Jim Napolitano, "Modern Quantum Mechanics", III 2020, Cambridge, ISBN 9781108473224. Italian edition: J.J. Sakurai, Jim Napolitano, "Meccanica Quantistica Moderna", III 2021, Zanichelli, ISBN 9788808599919. S. Forte, L. Rottoli, "Fisica quantistica", 2019, Zanichelli, ISBN 9788808620552. A.F.J. Levi, "Applied Quantum Mechanics", III 2023 (to be published), Cambridge, ISBN 9781009308076. Web sites: https://www.bipm.org/en/measurement-units/ http://mathesis.org/ http://www.st-andrews.ac.uk/physics/quvis/index.php http://www.compadre.org/osp/search/browse.cfm?browse=gsss http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/cuantica/portada.html http://www.falstad.com/mathphysics.html

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Le basi sperimentali della fisica moderna. Linee spettrali. Radiazione di corpo nero. Densita' degli stati. Modello di Planck. Effetto fotoelettrico. Effetto Compton. Proprieta' corpuscolari della radiazione elettromagnetica. La fisica moderna e il nuovo Sistema Internazionale di Misura (SI).
2	Evidenze sperimentali della struttura atomica della materia. Modelli atomici. Modello di Thomson. Esperienza di Rutherford. Modello atomico di Bohr. Esperimento di Franck ed Hertz.
4	Onde di materia. Il dualismo onda-particella. Ipotesi di De Broglie. Introduzione alla meccanica quantistica. L'equazione di Schrödinger. Il formalismo della meccanica quantistica. Operatori. Il principio di indeterminazione di Heisenberg. Autovalori ed autovettori. Osservabili e misura. Notazione di Dirac. Interpretazione statistica della funzione d'onda e relazione con la probabilita' classica. Stati stazionari. Particella libera. Evoluzione del pacchetto d'onda. Buche e barriere di potenziale. Propagazione di elettroni in potenziali ingegnerizzati. Densita' degli stati in 3,2,1,0-d. GaA-AlGaAs quantum well. Quantum wire. Quantum dot. Effetto tunnel. Oscillatore armonico.
2	Teorema di Bloch. Bande di energia nei solidi. Modello di Kronig-Penney. Calcolo dei livelli di energia.
2	Meccanica quantistica della interazione radiazione-materia. Atomo a due livelli. Coefficienti di Einstein. Cinetica delle popolazioni e soluzioni a regime. Emissione ed assorbimento stimolati. Emissione spontanea. Soluzione perturbativa. Rateo di transizione. Regola d'oro di Fermi. Soluzione non perturbativa. Frequenza di Rabi.
2	Principi del laser. Onde elettromagnetiche coerenti. Mezzo attivo. Risuonatore laser. Laser come oscillatore.
2	Risuonatore Fabry-Perot. Specchi laser. Interferometer.
2	Fasci gaussiani. Equazione d'onda parassiale. Fase. Formulazione matriciale dell'ottica geometrica.
4	Fondamenti di teoria del laser. Statistica dei fotoni. Amplificazione di radiazione coerente. Sezione d'urto di guadagno. Cinetica delle popolazioni. Produzione e perdita di fotoni. Tipi di laser.
2	Laser a femtosecondi. Mode locking. Pettine di frequenze ottiche.

ORE	Esercitazioni
2	Le basi sperimentali della fisica moderna e altri argomenti.
2	Evidenze sperimentali della struttura atomica della materia e altri argomenti.
4	Meccanica quantistica ed applicazioni. Soluzioni numeriche dell'equazione di Schrödinger. Uso di fogli di calcolo. Effetto tunnel ed applicazioni: tunnel in barriera rettangolare, diodo Zener, tunnel Fowler-Nordheim, contatti ohmici, giunzione Josephson, tunneling risonante.
2	Teorema di Bloch e altri argomenti.
2	Interazione radiazione-materia.
2	Principi del laser e altri argomenti.
2	Risuonatore Fabry-Perot e altri argomenti.
2	Fasci gaussiani e altri argomenti.
4	Fondamenti di teoria del laser e altri argomenti.
2	Laser a femtosecondi e altri argomenti.