

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Applicazioni di Fisica Nucleare

NUCLEAR SCIENCES AND APPLICATIONS

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	FISICA (LM-17)
Codice	8066447-8068894	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Inglese

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Lucilla Lanza

CODOCENTE

Maria Cristina Morone

Modulo: Radioterapia convenzionale e Adroterapia

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Il corso di studio è volto a fornire una conoscenza delle più moderne applicazioni della fisica nucleare in vari ambiti. Gli obiettivi formativi prevedono la conoscenza dei principi fisici sui quali tali applicazioni sono basate, nonché delle specifiche tecnologiche e dei macchinari. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Gli studenti devono avere compreso le problematiche concernenti le applicazioni esposte nel corso. La verifica delle conoscenze e capacità di comprensione viene effettuata tramite la presentazione di una tesina su un argomento trattato a lezione e concordato con i singoli studenti, e su un esame orale finale su tutti gli argomenti in programma. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Capacità di definire le principali caratteristiche delle più moderne applicazioni della fisica nucleare in vari ambiti. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Gli studenti devono aver sviluppato la capacità di eseguire ricerche bibliografiche e di selezionare i materiali interessanti, in particolare sul WEB. Tali capacità sono acquisite durante lo studio per la preparazione degli esami, approfondendo alcuni argomenti specifici anche attraverso la consultazione di articoli su riviste scientifiche. ABILITÀ COMUNICATIVE: Gli studenti devono essere in grado di esporre le applicazioni trattate nel corso e di comprenderne e presentarne di simili, apprese attraverso ricerche bibliografiche e/o studio di articoli scientifici ad un pubblico sia di specialisti che di profani. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Gli studenti devono essere in grado di affrontare nuovi campi attraverso uno studio autonomo.
-----------------	---

English	<i>LEARNING OUTCOMES: The course of study is aimed at providing knowledge of the most modern applications of nuclear physics in various fields.</i> <i>The training objectives include knowledge of the physical principles on which these applications are based, as well as of the technological and machinery specifications.</i> <i>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Students must have understood the problems concerning the applications presented in the course. The verification of knowledge and understanding is carried out through the presentation of a thesis on a topic dealt with in class and agreed with the individual students, and on a final oral exam on all topics on the program.</i> <i>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: Ability to define the main characteristics of the most modern applications of nuclear physics in various fields.</i> <i>MAKING JUDGEMENTS: Students must have developed the ability to perform bibliographic research and to select interesting materials, in particular on the WEB. These skills are acquired during the study for the preparation of the exams, deepening some specific topics also through the consultation of articles in scientific journals.</i> <i>COMMUNICATION SKILLS: Students must be able to present the applications covered in the course and to understand and present similar ones, learned through bibliographic research and / or study of scientific articles to an audience of both specialists and laymen.</i> <i>LEARNING SKILLS: Students need to be able to tackle new fields through self-study.</i>
---------	---

PREREQUISITI

Italiano	Nessuno.
English	None.

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	ENERGIA E SVILUPPO UMANO. ENERGIA NUCLEARE: FISSIONE E FUSIONE. Materiali fissili e reazioni di fissione a catena. Principi di funzionamento di un reattore di fissione : PWR e BWR. Reattori CANDU con uranio naturale ed acqua pesante. Reattori autofertilizzanti e Superphoenix. Energia da fusione. Condizioni di base per un reattore a fusione. Confinamento inerziale e magnetico. Il problema dell'approvvigionamento del trizio. Le applicazioni militari dell'energia nucleare. RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE, RMN : magnetizzazione nucleare e le transizioni a frequenza radio. Relax nucleare . Risonanza magnetica nucleare e le sue applicazioni in medicina : eccitazioni di inversione di spin del protone e la rilevazione dei segnali di de - eccitazione. l'imaging e diverse tecniche. DATAZIONE DI REPERTI CON ¹⁴C. Tecniche di calibrazione per i dati Radio-carbonio. Rilevazione del decadimento radioattivo di carbonio 14 e acceleratore Spettrometria di Massa. Terapia medica adronica per il trattamento del cancro.
----------	--

	RADIOTERAPIA CONVENZIONALE E ADROTERAPIA. L'effetto delle radiazioni ionizzanti su tessuti umani . Caratteristiche dell' irradiazione con Protoni ioni pesanti e con raggi X . Tecniche standard di conformazione al target, riducendo al minimo i danni collaterali agli organi vicini. FASCI DI FOTONI La produzione di fasci di raggi gamma: Bremsstrahlung, Bremsstrahlung coerente, annichilazione di positrone, diffusione Compton in volo.
English	<i>Energy and human development. Nuclear Energy: Fission and Fusion. Fissile materials and fission chain reactions. Principles of operation of a Fission Reactor: PWR and BWR. CANDU reactors with natural Uranium and Heavy water. Breeder reactors and the SuperPhoenix. Energy from Fusion. Basic conditions for a Fusion Reactor. Magnetic and Inertial confinement. The problem of Tritium supply. The Energy Amplifier. The military applications of Nuclear Energy.</i> <i>Nuclear Magnetic Resonance, NMR: Nuclear Magnetization and radio frequency transitions. Nuclear relaxation. Magnetic Resonance Imaging, MRI, and its applications in medicine: excitations of the proton spin flips and detection of the de-excitation signals. Different imaging techniques. Radio-Carbon dating. Calibration techniques for Radio-Carbon data. Detection of the radioactive decay of Carbon 14 and Accelerator Mass Spectrometry. Hadron Therapy for cancer treatment. The effect of ionizing radiation on human tissues. Protons and Heavy Ions vs X-rays. Standard Techniques to optimize the damage to sick tissues while minimizing collateral damage to nearby organs. The production of gamma-ray beams: Bremsstrahlung, Coherent Bremsstrahlung, Positron annihilation, Compton scattering in flight.</i>

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Slides del corso. Articolo scientifici consigliati dai docenti.
English	<i>Course slides and selected scientific papers</i>

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali tenute da differenti docenti sui vari argomenti del corso.
English	<i>Lectures held by different teachers on the various topics of the course.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza è facoltativa ma fortemente consigliata.
----------	---

English	<i>The frequency is optional but strongly recommended.</i>
---------	--

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

- ☐ Prova scritta
 ☒ Prova orale
 ☐ Prova di laboratorio
 ☐ Prova pratica
☐ Valutazione in itinere
 ☐ Valutazione di progetto
 ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Lucilla Lanza, Maria Cristina Morone

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
English	The examination will be evaluated according to the following criteria: Ineligible: major deficiencies and/or inaccuracy in knowledge and understanding of topics; limited analytical and synthesis skills, frequent generalizations. 18-20: knowledge and understanding of topics only sufficient with possible imperfections; analytical skills, synthesis and judgment autonomy just sufficient. 21-23: knowledge and understanding of topics at a basic level; Correct analysis and synthesis skills with consistent logical reasoning. 24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analytical and synthesis skills with rigorous arguments. 27-29: Complete knowledge and understanding of the topics; remarkable ability of analysis, synthesis. Good autonomy of judgment. 30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of topics. Remarkable ability of analysis and synthesis and autonomy of judgment. Arguments expressed in an original way