



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## LABORATORIO DI FISICA MEDICA

### MARIA GIUSEPPINA BISOGNI

Anno accademico	2023/24
CdS	FISICA
Codice	104BB
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
LABORATORIO DI FISICA MEDICA - MODULO A	FIS/01	LABORATORI	90	MARIA GIUSEPPINA BISOGNI PIETRO CARRA MATTEO MORROCCHI VALERIA ROSSO
LABORATORIO DI FISICA MEDICA - MODULO B	FIS/01	LABORATORI	90	PIETRO CARRA ESTHER CIARROCCHI MATTEO MORROCCHI GIANCARLO SPORTELLI

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

- Lo studente avrà acquisito conoscenze in merito agli strumenti e alle metodologie di interesse in Fisica medica con particolare riferimento alle tecniche di rivelazione e di imaging con radiazioni ionizzanti e ottiche.
- le conoscenze verranno trasmesse sia tramite lezioni frontali introduttive che tramite l'esecuzione di esperienze didattiche svolte in laboratorio oppure, in situazioni di emergenza quali quelle verificatesi durante l'attuale pandemia da covid-19, tramite analisi di dati sperimentali forniti dal docente.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

- Per l'accertamento delle conoscenze saranno organizzati incontri tra il docente e il gruppo di studenti che eseguono le esperienze di laboratorio e stilano la relazione dell'attività sperimentale svolta
- La verifica delle conoscenze sarà oggetto della valutazione delle relazioni che verrà effettuata durante il colloquio d'esame

##### *Capacità*

- Lo studente saprà utilizzare vari software di analisi dei dati sperimentali (matlab, python, root) acquisiti durante le esperienze didattiche oppure forniti dal docente
- Lo studente sarà in grado di presentare in una relazione scritta i risultati dell'attività sperimentale svolta

##### *Modalità di verifica delle capacità*

- Durante le sessioni di laboratorio i dati raccolti verranno analizzati con i software di analisi impiegati (matlab, python, root)
- Lo studente dovrà preparare e presentare una relazione scritta che riporti le motivazioni, i materiali e i metodi e i risultati delle esperienze didattiche di laboratorio con relativa discussione

##### *Comportamenti*

- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche della fisica applicata alla medicina
- Lo studente potrà saper gestire responsabilità di far parte di un team sperimentale
- Saranno acquisite opportune accuratezza e precisione nello svolgere attività di raccolta e analisi di dati sperimentali

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*



## UNIVERSITÀ DI PISA

- Durante le sessioni di laboratorio saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte
- Durante il lavoro di gruppo saranno verificate le modalità di definizione delle responsabilità, di gestione e organizzazione delle fasi di esecuzione delle misure, analisi dei dati e stesura delle relazioni

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

fondamenti di interazione radiazione-materia

### Indicazioni metodologiche

- lezioni frontali, con ausilio di slides
- in laboratorio si formano gruppi, si usano gli strumenti del laboratorio didattico sotto la supervisione dei docenti oppure si analizzano dati messi a disposizione dai docenti
- portale moodle
- ausilio per l'uso della strumentazione fornito da personale di supporto o da codocenti
- dal sito di elearning del corso è possibile scaricare materiali didattici, comunicare con i docenti, formare di gruppi di lavoro
- l'interazione tra studente e docente avviene tramite ricevimenti, uso della posta elettronica o di altri strumenti di comunicazione (piattaforma Msteams)
- presenza di prova intermedia alla fine del modulo I
- uso parziale le di lingue diverse dall'italiano

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### Programma:

#### Sorgenti e rivelatori di radiazione ionizzante

1. Spettroscopia gamma con rivelatori NaI(Tl)
  1. Acquisizione e analisi di spettri di sorgenti radioattive con rivelatore a NaI(Tl)
  2. Misura dell'accettanza geometrica del rivelatore
  3. Misura del coefficiente di attenuazione di rame e alluminio a varie energie della radiazione gamma
  4. Stima dell'attività di sorgenti radioattive
2. Proprietà generali dei rivelatori in Si per la rivelazione di radiazione ionizzante e caratteristiche dell'elettronica ad essi associata
  1. Misura del rumore di una catena elettronica
  2. Misura di efficienza di un rivelatore
  3. Acquisizione ed analisi di spettri di sorgenti con rivelatori di Si
3. Determinazione della qualità di fasci di raggi X prodotti da macchine radiogene di uso medico
  1. Riproducibilità dell'output di un tubo RX
  2. Misura della dose misurata da una camera a ionizzazione in funzione di corrente anodica, tempo di esposizione e kVp
  3. Misura dell'accettanza geometrica
  4. Misura dell'HVL a diversi valori di kVp
  5. Osservazione e quantificazione dell'effetto "tacco"
4. Fotomoltiplicatori al silicio (SiPM)
  1. Curva caratteristica corrente-tensione
  2. Misura del guadagno
  3. Misura del dark count rate
  4. Misura del cross talk
  5. Tempo di carica e scarica
  6. Spettri con scintillatori e sorgenti radioattive

#### Principi e Tecniche di Imaging

5. Caratterizzazione di sistemi di imaging a raggi x
  1. Formazione dell'immagine, contrasto e rapporto segnale/rumore
  2. Funzioni di trasferimento
  3. Caratteristiche dei rivelatori
  4. Equalizzazione delle immagini
  5. Risoluzione spaziale del rivelatore: misura della PSF e della MTF
  6. Caratterizzazione del rumore del rivelatore
  7. Misura dell'efficienza e misura della detective quantum efficiency di un rivelatore
  8. Caratterizzazione della sorgente di raggi X: misura dello spot size
6. Studio della tecnologia PET. Caratterizzazione di vari rivelatori PET basati su cristalli scintillatori di materiali diversi (LYSO, BGO, YAP, GAGG) e matrici segmentate. Caratterizzazione dei dati letti da fototubi sensibili alla posizione
  1. Caratteristiche degli spettri energetici e temporali dei vari materiali scintillanti
  2. Sistemi di acquisizione
  3. Tecniche di calibrazione



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

7. Caratterizzazione di un sistema di imaging ottico basato su rivelatore CCD
  1. Misura del rumore della CCD
  2. Misura della risoluzione spaziale del sistema di imaging
  3. Misura della quantità di luce raccolta in funzione dell' $f$ /number dell'obiettivo
  4. Esempi di fotoluminescenza di materiali comuni
  5. Analisi di immagini di imaging a luminescenza Cerenkov (CLI)

### Bibliografia e materiale didattico

G.F. Knoll, Radiation detection and measurement, J.Wiley & Sons, New York; H. E. Johns, J.R. Cunningham, The Physics of radiology, C.C. Thomas, Springfield; S. Webb, The Physics of Medical Imaging, Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia; J. Beutel, H.L. Kundel, R.L. Van Metter, Handbook of Medical Imaging, SPIE Press, Bellingham, Whashington, USA; Materiale didattico fornito dai docenti.

### Indicazioni per non frequentanti

E' fortemente consigliata la frequenza

### Modalità d'esame

- L'esame è costituito da una prova orale per ciascun modulo in cui verranno discussi gli elaborati scritti (relazioni) relativi alle esperienze didattiche svolte. Le relazioni dovranno essere consegnate ai docenti con largo anticipo prima della data dell'esame per permettere agli stessi di formulare un giudizio completo.
- La prova orale è non superata se:  
la prova non è superata se il candidato mostra di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta oppure se il candidato non risponde correttamente almeno alla parte più basilare del corso oppure se non e' in grado di spiegare e giustificare il contenuto delle relazioni scritte.

*Ultimo aggiornamento 17/09/2023 19:30*