



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## COURSE SYLLABUS

### Nuclear and Subnuclear Physics Laboratory

2324-3-E3001Q065

---

#### Obiettivi

Acquisizione di strumenti, metodi e tecniche di laboratorio per misure di fisica nucleare e subnucleare con applicazioni di fisica delle particelle, analisi ambientali e diagnostica medica.

#### Contenuti sintetici

- Introduzione ai principi base per la rivelazione di radiazione ionizzante
- Esperienze con rivelatori di radiazione alfa per misure spettroscopiche e di interazione radiazione-materia
- Esperienze con rivelatori di radiazione gamma per misure spettroscopiche, di interazione radiazione-materia, di effetto Compton, o di apparato semplificato per la PET
- Esperienza con rivelatori organici scintillanti per la caratterizzazione e rivelazione dei raggi cosmici al suolo
- Esperienze con rivelatori inorganici scintillanti accoppiati a SiPM per la rivelazione di radiazione gamma e raggi cosmici.

#### Programma esteso

Introduzione alla rivelazione di particelle: sorgenti di radiazioni, dosimetria, principi base di interazione radiazione-materia, principi base di funzionamento dei rivelatori di particelle più comuni per misure di spettroscopia o di tempo di interazione, trattamento del segnale, acquisizione ed analisi dati.

Esperienza pratica su una delle 7 a disposizione in laboratorio: spettroscopia gamma, misura Compton, spettroscopia alfa, esperimento di Rutherford, esperienza con scintillatori+SiPM, esperienza simil-PET, misure di muoni cosmici al suolo.

In particolare le esperienze vertono sui seguenti argomenti:

- Esperienze di Spettroscopia alfa, beta e gamma: ottimizzazione, taratura e caratterizzazione di rivelatori a stato solido; misure di attività; misure di relazioni energia/percorso e di ionizzazione specifica di particelle alfa; misure di assorbimento della radiazione gamma e misure di correlazioni in energia, angolo e tempo nei decadimenti nucleari, misure di effetto Compton, misure con apparato simil-PET.

- Caratterizzazione della radiazione cosmica al suolo usando scintillatori plastici e tecniche di coincidenza/anticoincidenza/veto.

- Misure di spettroscopia gamma e di rivelazione di raggi cosmici con cristalli scintillanti inorganici accoppiati a rivelatori SiPM: caratterizzazione e comprensione delle particolarità dei rivelatori SiPM, ottimizzazione dei parametri di acquisizione, misure di spettroscopia gamma confrontando diversi cristalli scintillanti.

## Prerequisiti

- Conoscenza di base di root per analisi dati
- Conoscenze di base di analisi statistica dei dati

## Modalità didattica

- **Lezioni frontali introduttive:** lezioni di 2 ore per un totale di 12, svolte per tutti gli studenti all'inizio del primo semestre. Vengono trattati gli argomenti necessari per lo svolgimento e la comprensione delle esperienze del laboratorio

- **Parte pratica:** 84 ore svolte in incontri di 4 ore ciascuno per 2 mattine a settimana, da svolgere a scelta nel primo o secondo semestre (fino a riempimento dei posti disponibili). Nel corso delle 84 ore gruppi di 2 o 3 studenti svolgeranno una sola esperienza tra quelle disponibili per l'intero arco di durata del laboratorio. La preferenza del semestre viene espressa per mezzo di un apposito questionario che verrà pubblicato sulla pagina elearning dopo avviso tramite forum agli iscritti alla pagina. Prima dell'inizio della parte pratica gli studenti saranno invitati dal docente di riferimento ad esprimere le loro preferenze circa la composizione dei gruppi e la scelta dell'esperienza. L'assegnazione finale dell'esperienza verrà fatta dal docente, che terrà conto delle preferenze espresse e delle esigenze pratiche del laboratorio.

## Materiale didattico

- Dispense e registrazioni delle lezioni introduttive
- Testo di riferimento: G.F.Knoll, "Radiation Detection and Measurement"
- Guide pratiche per le esperienze

- Manuali dei vari strumenti
- Tabelle relative ai decadimenti alfa/beta e gamma
- Relazioni degli anni precedenti sulle esperienze del laboratorio

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

**Lezioni frontali** comuni a tutti gli studenti del laboratorio erogate all'inizio del primo semestre.

**Parte pratica** a scelta nel primo o secondo semestre fino a saturazione dei posti disponibili.

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

- **Prove in itinere:** non sono previste prove in itinere ma parte integrante della valutazione finale è data dall'osservazione e dall'Interazione diretta del docente con gli studenti in laboratorio. Vengono valutati: grado di impegno e coinvolgimento attivo, capacità di porsi domande atte a comprendere e approfondire ciò che si fa, attitudine ad affrontare i problemi in modo critico e costruttivo, sfruttando tutte le risorse messe a disposizione dal docente ma anche approfondendo, se necessario, in maniera autonoma.

- **Prova scritta:** relazione finale di gruppo relativa all'esperienza che si è svolta durante il corso di laboratorio, da consegnare una settimana lavorativa prima dell'orale. L'elaborato deve illustrare in modo sintetico ma completo il problema di fisica in esame, la strumentazione a disposizione la procedura sperimentale, l'analisi critica e statistica dei dati, il confronto con le attese e la conclusione. La relazione deve essere inviata al docente almeno una settimana prima della data prevista per l'orale

- **Esame orale:** ciascuno studente deve affrontare anche un colloquio, la cui data di svolgimento va concordata col docente. I colloqui possono essere svolti singolarmente o insieme dai componenti di ciascun gruppo. Il colloquio verterà sulla relazione di laboratorio portata ma anche sugli argomenti spiegati durante le lezioni introduttive. Saranno valutati: il grado di comprensione ed approfondimento di tutti gli aspetti legati all'esperienza che si è svolta (tema di fisica, rivelatori utilizzati, catena elettronica di lettura del segnale e sua ottimizzazione, metodologia utilizzata per la misura, analisi dei dati e confronto con le attese), la chiarezza e completezza espositiva, lo spirito critico nell'analisi dei risultati ottenuti e l'attitudine a trovare spiegazioni qualora differiscano dalle attese.

## **Orario di ricevimento**

Quotidiano, previo accordo via email col docente

## **Sustainable Development Goals**

SALUTE E BENESSERE | ISTRUZIONE DI QUALITÀ | PARITÀ DI GENERE

---

