

Dipartimento di Fisica e Astronomia *E. Majorana*, Università di Catania
Laurea triennale in Fisica
Programma di Laboratorio di Fisica 3 (9 CFU)
Anno Accademico 2019/2020

Proff. F.Riggi, P.La Rocca

Parte I

1. Tecniche e strumenti di laboratorio

Funzionamento e utilizzo di sensori per la misura di grandezze fisiche – Sensori analogici e digitali – Acquisizione dati da sensori - Data logger – Utilizzo di sistemi tradizionali e di microprocessori a basso costo – Il sistema Arduino e sue applicazioni - Multimetri digitali e oscilloscopi analogici e digitali – Elementi base di tecnica del vuoto – Attrezzature per la produzione del vuoto: principali tipi di pompe da vuoto – Strumenti per la misura del vuoto – Misura di radiazioni dall'infrarosso all'ultravioletto – Fibre ottiche e trasporto della luce - Spettrofotometri digitali – Proprietà e utilizzo di sorgenti radioattive alfa, beta e gamma.

2. Rivelatori di radiazione

Interazione di particelle cariche pesanti con la materia – Relazione di Bethe-Bloch – Range – Straggling – Perdita di energia di elettroni e positroni – Radiazione di frenamento - Radiazione Cherenkov - Interazione dei fotoni con la materia – Effetto fotoelettrico, effetto Compton e produzione di coppie – Sciami elettromagnetici – Sviluppo longitudinale e trasversale di uno sciame elettromagnetico – I rivelatori di particelle nella fisica moderna - Classificazione dei rivelatori di particelle – Misura dell'energia, dell'impulso, della posizione, della massa e della carica delle particelle subatomiche – Proprietà generali di un rivelatore: sensibilità, risoluzione, efficienza, tempo morto - Rivelatori a gas – Camere a ionizzazione – Contatori Geiger – Rivelatori a semiconduttore – Rivelatori a strip, a drift e a pixel di silicio – Il danneggiamento da radiazione – Rivelatori a scintillazione - Scintillatori organici e inorganici – Risposta in luce – Fotomoltiplicatori – Guide di luce e fibre WLS – Fotodiodi a valanga e silicon photomultiplier.

3. Elementi di elettronica

Segnali impulsivi dai rivelatori – Segnali analogici e digitali – Standardizzazione dei segnali – Propagazione e trasporto dei segnali – Cavi coassiali e loro caratteristiche – Generatori di segnali - Alimentatori – Modulistica elettronica per la fisica nucleare – Lo standard NIM - Elementi base di elettronica lineare: preamplificatori, amplificatori, shaper – Elementi base di elettronica digitale – Combinazioni logiche di segnali: OR, AND, NOT – Convertitori analogico-digitale (ADC, QDC, TDC) – Discriminatori – Circuiti di coincidenza – Scale di conteggio - Sistemi di trigger – Cenni sui sistemi di acquisizione dati – Il software per l'acquisizione e la gestione dei dati.

4. Analisi dei dati e tecniche di simulazione

Richiami di statistica elementare - Indici per il valore centrale e indici di dispersione – Distribuzioni sperimentali – Distribuzione di Gauss – Distribuzione di Poisson – Errori sperimentali e loro trattamento - Test di significatività – Tecniche di analisi dati in fisica nucleare – Analisi di uno spettro a più componenti – Sottrazione del fondo – Fit non lineari – Uso di programmi di analisi dati multiparametrici - Simulazione di processi fisici – Tecniche Monte Carlo – Utilizzo del software ROOT per la simulazione e per l'analisi dei dati sperimentali - Cenni sui programmi di simulazione GEANT per i rivelatori di particelle.

Parte II: Esercitazioni ed esperimenti di laboratorio

- Esercitazioni sull'utilizzo di Arduino
- Esercitazioni sull'utilizzo della strumentazione
- Esercitazioni al pc sull'utilizzo del software ROOT
- Esperienze di laboratorio (sorteggiabili ai fini della tesina)
 - 1) Caratterizzazione di sorgenti di luce variabili nel tempo con sensori di intensità luminosa
 - 2) Studio dell'effetto fotoelettrico e misura della costante di Planck
 - 3) Studio di spettri continui e a righe mediante uno spettrofotometro digitale
 - 4) Rivelazione di elettroni mediante contatore Geiger e misura del coefficiente di assorbimento
 - 5) Misura di spettri gamma mediante scintillatori a Ioduro di Sodio
 - 6) Misura del coefficiente di assorbimento dei gamma nei materiali
 - 7) Misura di spettri alfa mediante rivelatori al silicio e studio della perdita di energia
 - 8) Misura dello spettro energetico di una sorgente beta

BIBLIOGRAFIA

Per gli argomenti riguardanti l'interazione della radiazione con la materia, i rivelatori di particelle e i fondamenti di elettronica, uno dei testi seguenti:

- William R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer-Verlag
- Glenn F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley and Sons
- Claude Leroy and Pier-Giorgio Rancoita, Principles of Radiation Interaction in Matter and Detection, World Scientific
- C.Grupen, B.Schwartz, Particle Detectors, Cambridge

Per argomenti di statistica e analisi dei dati:

- J.R.Taylor, Introduzione all'analisi degli errori, Zanichelli

Testi, articoli o manuali su altri argomenti specifici saranno indicati all'interno del corso o sono disponibili sul sito Web.

Modalità esame:

Durante il corso verranno svolte delle esercitazioni in aula a seguito delle quali verrà richiesto agli studenti di produrre un breve elaborato riportante la soluzione dell'esercitazione da consegnare ai docenti. Condizione necessaria per poter svolgere l'esame è la partecipazione (con relativa consegna delle risposte scritte) alle esercitazioni e ai turni di laboratorio, oltre che la frequenza alle lezioni. Verrà fatta eccezione per gli studenti lavoratori, per i quali saranno valutate tempistiche più flessibili.

Alla fine del corso per ciascun studente sarà sorteggiato uno degli esperimenti effettuati durante l'attività in laboratorio, su cui lo studente dovrà preparare e consegnare, prima dell'esame, una relazione scritta. L'esame orale avrà come oggetto il contenuto della relazione, nonché gli altri argomenti del corso.

Sito Web, nel quale è possibile reperire il programma del corso, le presentazioni didattiche, le note di laboratorio, i manuali d'uso delle attrezzature, ..., nonché le informazioni relative ai turni di laboratorio, date di esame, ...: www.lab3ct.altervista.org