



Laboratorio di Strumenti e Metodi di Misura

Prof. Carlo Cosmelli,

e-mail: carlo.cosmelli@roma1.infn.it home page: <http://www.roma1.infn.it/exp/webmqc/cosmelli.html>

a.a. 2009-2010

Orario a.a. 2009-2010: dal 28.9.2009 al 21.12.2009

Lezioni: Martedì ore 14-15:30, San Pietro in Vincoli, aula n.7.

Esercitazioni: Giovedì ore 9-13 oppure 14:30 — 18:30, presso i Laboratori Pontecorvo, Via Tiburtina 205.

La formazione dei gruppi di laboratorio viene fatta durante le prime lezioni; chi si prenota per primo ha diritto a scegliere l'orario (mattino o pomeriggio del giovedì).

NOTA: Sia le lezioni che le esercitazioni non verranno fatte tutti i martedì o giovedì. Il calendario esatto verrà comunicato nella prima settimana di lezione.

Esami: Gennaio-Febbraio 2008 (2 appelli, indicativamente prima metà di gennaio, prima metà di febbraio 2010) – Giugno – Luglio – Settembre

Scopi del Corso - Programma

Il Corso si propone di fornire un panorama generale sul significato di “misura” unito ad una serie di applicazioni svolte dagli studenti in Laboratorio. Durante il Corso verranno svolti i seguenti argomenti. Questi argomenti sono ciò che ci si aspetta lo studente abbia imparato alla fine del Corso.

- Cosa vuol dire misurare una o più grandezze fisiche.
- Cosa è uno strumento e quali sono le sue caratteristiche. Sensibilità, Precisione e Giustezza; influenza dello strumento sul sistema da misurare.
- Cosa è l'incertezza di una misura o di una serie di misure. Come la si valuta. Cosa sono le cifre significative. Incertezze statistiche e non.
- Come si esprime, secondo le convenzioni internazionali, il risultato di una misura.
- Come si utilizzano i grafici per esprimere relazioni funzionali tra più grandezze.
- Come si scrive una relazione in linguaggio scientifico.

Contemporaneamente alle lezioni del Corso, si svolgeranno alcune (in genere 5) esercitazioni di Laboratorio della durata di 4 ore ciascuna. In linea di massima verranno svolte le seguenti esercitazioni (da concludere in più giornate).

- Misura della densità di un corpo solido:
Utilizzo di un calibro, un palmer, una bilancia elettronica. Valutazione di grandezze geometriche reali.
- Misura dell'accelerazione gravitazionale a Roma:
Utilizzo di grafici non lineari e scale logaritmiche. Utilizzo della statistica su misure singole, o ripetute più volte, best fit. Valutazione di una grandezza funzione di altre grandezze.
- Misura della costante di tempo di un termometro e del calore specifico di un solido:
Utilizzo di termometri, voltmetri ed amperometri. Misura di trasferimenti di energia fra più sistemi. Valutazione ed eliminazione degli errori sistematici in un sistema complesso.
- Misura della corrente in un circuito utilizzando tre diverse tecniche.
- Caratterizzazione di un diodo e/o di una cella solare:
Caratterizzazione di un dispositivo non lineare.

Programma della parte istituzionale

(E' la base teorica-pratica che è necessario sapere – viene svolta durante le lezioni in aula)

- ❖ **Grandezze Fisiche:** Dimensioni Fisiche, Sistemi di unità di misura, Equazioni dimensionali.
- ❖ **Strumenti ed Incertezze:** Strumenti, Distribuzione delle misure, Incertezze, Calcolo delle incertezze, Errore relativo, Cifre significative, Errori sistematici.
- ❖ **Grafici:** Grafici con scale lineari e non lineari. Grafici di misure con incertezze. Determinazione grafica dei parametri delle relazioni funzionali.
- ❖ **Misure Elettriche** (la parte non trattata in altri Corsi). Leggi di Kirchhoff, Teorema di Thevenin, Conseguenze dell'inserzione degli strumenti di misura, Misure di corrente, tensione e resistenza con lo S.U., Il multimetro digitale.
- ❖ **Cenni di analisi statistica dei dati sperimentali:** Distribuzioni di probabilità, Densità di probabilità di una variabile casuale, Deviazione standard, valor medio, Distribuzioni sperimentali, Valutazione dei parametri da un set di dati sperimentali: una misura, due misure, più misure. Il metodo dei minimi quadrati; best fit dei dati.

Svolgimento del corso

- ❖ Lezioni in aula. Comprendono i seguenti argomenti: Parte generale sulla teoria degli errori, tecniche di misura, utilizzo dei grafici, ecc... Introduzione all'utilizzo della statistica per l'analisi dei dati., Descrizione delle esperienze di Laboratorio, Tecniche di scrittura di una relazione scientifica.
- ❖ Esperienze in Laboratorio:
 - Agli inizi del Corso gli studenti vengono divisi in gruppi (scelti dagli studenti stessi) di 3 (2) studenti ciascuno.
 - Ogni una o due settimane i gruppi eseguono una delle esperienze indicate, avendo a disposizione circa 4 ore per montare l'esperienza, prendere i dati a fare una sommaria elaborazione dei dati ottenuti. Alcune esperienze vengono eseguite in più volte.
 - Ogni gruppo deve consegnare entro una/due settimane una relazione di 4-10 pagine che viene corretta e restituita la settimana successiva con una valutazione articolata su 5 livelli: Insufficiente, Sufficiente, Discreto, Buono, Ottimo. Questa valutazione è globale per il gruppo e viene attribuita ad ogni singolo componente del gruppo. Solo in casi eccezionali i componenti del gruppo possono avere valutazioni diverse.
 - Gli studenti possono mancare ad una sola delle esercitazioni. Eventuali assenze dovute a causa di forza maggiore (altri esami in date non autorizzate, grave indisposizione dello studente) possono essere recuperate in data che viene concordata con il Docente. In ogni caso lo studente dovrà studiare l'esercitazione persa e collaborare con i propri colleghi alla stesura della relazione.

Modalità di Svolgimento della prova di Esame

Alla fine del Corso viene fatta una valutazione delle votazioni ottenute nelle prove di laboratorio per cui, dopo un procedimento di media pesata e di normalizzazione, si assegna un unico voto ad ogni gruppo per le prove di Laboratorio. Questo voto vale per un anno solare entro cui deve essere sostenuta la prova orale.

Svolgimento della prova Orale

La prova orale consiste in una discussione sugli argomenti istituzionali del Corso e sulle prove di laboratorio, avendo come riferimento le relazioni fatte dal gruppo di appartenenza.

La durata della prova orale va da un minimo di 15' ad un massimo di 40'.

Il voto finale è una media (pesata) del voto ottenuto nelle prove di Laboratorio e del voto assegnato alla discussione orale. Lo studente che volesse rifiutare il voto proposto può ripresentarsi dopo un intervallo di almeno tre settimane.

Una volta superato l'esame lo studente acquisisce il voto ottenuto (da 18 a 30L) ed il numero di crediti (4, indipendentemente dal voto ottenuto all'orale)

Testi Consigliati:

Essendo un Corso di Laboratorio, la parte che si trova sui libri è molto ridotta.

E' essenziale seguire le lezioni per sapere cosa fare in laboratorio. Come riferimento per gli argomenti generali trattati a lezione, per alcune delle esperienze fatte in laboratorio, e per la parte di statistica, si possono usare i seguenti testi:

- ❖ Marco Severi, Introduzione alla Esperimentazione Fisica, Zanichelli, (Lire 41'000 nel 1992, oggi fuori commercio)
E' un libro omnicomprendivo, ad un livello talvolta più avanzato di quello trattato nel Corso. Ha il vantaggio di trattare sia la parte generale, che molte esperienze di laboratorio, che la parte di probabilità, statistica ed analisi dei dati.
- ❖ Dispense di Laboratorio del Prof. D'Agostini, si trovano in rete, sul sito del Dipartimento di Fisica. E' disponibile un CD che contiene tutte le dispense. Vedere sul Sito del Dipartimento di Fisica per le modalità della consegna. Sono varie dispense ad un livello abbastanza avanzato. Sono molte e si può prendere solo quelle che interessano.
- ❖ John R. Taylor, Introduzione all'analisi degli errori, Zanichelli.
E' un buon testo generale per quel che riguarda le incertezze, gli errori di misura, l'analisi statistica dei dati, corredato anche di vari esempi e problemi

Orario di ricevimento

Non c'è un orario definito, dato che ci vediamo per un laboratorio di 4 ore consecutive ogni settimana, in genere i dubbi li discutiamo in laboratorio. In ogni caso, o per questioni riservate, mi trovate abitualmente al Dipartimento di Fisica fra le 9 e le 18, eccetto le ore in cui ci sono lezioni o prove di laboratorio (anche di altri Corsi). Dato che talvolta posso trovarmi in altri laboratori, o fuori Roma, vi consiglio di contattarmi in anticipo per eventuali appuntamenti, o per avere la certezza di trovarmi in Dipartimento, via e-mail.