UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Laboratory I

2021-1-E3001Q037

Obiettivi

- Sviluppare una miglior comprensione delle leggi fisiche nell'ambito della meccanica, termodinamica ed ottica geometrica dall'osservazione diretta dei fenomeni.

- Imparare ad affrontare un esperimento di fisica:

- Studiare il problema e la strumentazione necessaria, pianificare lo svolgimento e la raccolta dei dati

- Elaborare i dati raccolti ed effettuare un'analisi statistica.

Interpretare criticamente i risultati ottenuti e scrivere una relazione.

- Lavorare in team: comunicazione, coordinamento, organizzazione, iniziativa.

Contenuti sintetici

Lezioni

introduzione al laboratorio, elementi di statistica ed elaborazione dati : elementi di teoria delle probabilità. Analisi statistica degli errori casuali, istogrammi e distribuzione di frequenza. Funzione densità di probabilità. Distribuzione di Gauss, Binomiale e di Poisson, proprietà e applicazioni. Propagazione degli errori. Principio di massima verosimiglianza. Adattamento di funzioni a coppie di dati con il metodo dei minimi quadrati. Test del ?2. Media pesata.

Esperimenti

studio di moti, urti centrali elastici e anelatici. Attrito. Elasticità. Torsione. Momenti di inerzia. Onde stazionarie su una corda tesa. Onde acustiche e velocità del suono nei gas. Oscillatore armonico smorzato e forzato, risonanza. Misura della costante di gravitazione universale, Legge di Coulomb. Misure di densità, viscosità, dinamica dei fluidi. Calorimetria. Legge di Joule. Trasformazioni isoterme e adiabatiche di gas. Caratterizzazione di una termocoppia. Ottica geometrica, prismi, lenti sottili.

Programma esteso

LEZIONI

•Introduzione, metodo sperimentale, caratteristiche degli strumenti di misura.

• Elementi di teoria delle probabilità. Leggi della probabilità. Teorema di Bayes.

•Stime di valore centrale e stime di dispersione. Media e varianza. Istogrammi. Calcolo di media e varianza dalle frequenze.

•Valore di aspettazione e varianza della popolazione. Valor medio e varianza di combinazioni lineari. Varianza della media ed errore standard della media.

•Variabili casuali continue e funzione densità di probabilità. Funzione di Gauss e sue proprietà. Significato statistico della deviazione standard. Teorema del limite centrale. Gaussiana standardizzata e integrali degli errori.

•Misure indirette e propagazione degli errori: formula generale per funzioni di una e più variabili. Covarianza.

•Stima di parametri e proprietà degli estimatori. Metodo di massima verosimiglianza. Esempio: stima di valore centrale e varianza di una variabile con f.d.p. di Gauss.

•Adattamento ad una retta di coppie di dati con il metodo dei minimi quadrati. Minimi quadrati pesati. Adattamento di altre funzioni a coppie di dati.

•Test di ipotesi. Variabile $?^2$ e sua f.d.p. Test del $?^2$ per l'adattamento di una retta a coppie di dati e di una f.d.p ad un istogramma.

•Compatibilità di una misura con un valore atteso. Media pesata di più misure.

Distribuzione di probabilità Binomiale e distribuzione di Poisson.

ESPERIMENTI

• Misure dell'accelerazione di gravità: pendolo semplice, pendolo reversibile di Kater, moto uniformemente accelerato.

• Misura della costante di gravitazione G con la bilancia di torsione di Cavendish.

• Urti centrali elastici ed inelastici. Moto lungo un piano inclinato, misura di coefficienti di attrito

• Pendolo di torsione e misura di momenti di inerzia

• Legge di Hook. Oscillazioni di una molla, misura della costante elastica e studio del moto armonico.

• Oscillazioni forzate e smorzate con un pendolo i torsione e costruzione della curva di risonanza

• Onde stazionarie su una corda tesa, studio delle frequenze di risonanza

• Onde acustiche in un tubo, onde stazionarie, velocità di propagazione del suono in gas diversi

• Misura del coefficiente di viscosità della glicerina con il metodo di Stokes.

• Misure di densità con la bilancia idrostatica

• Tubo di Venturi e principio di Bernoulli.

• Calorimetro delle mescolanze: calori specifici, costante di Joule, calore latente di fusione del ghiaccio

•Compressione ed espansione isoterma ed adiabatica di gas diversi.

• Misure di elettrostatica con la bilancia di Coulomb

• Misure di ottica geometrica con un banco ottico (riflessione, rifrazione, lenti sottili)

Prerequisiti

Conoscenze di base degli argomenti di fisica trattati nel corso di Fisica I.

Modalità didattica

- Primo semestre: Lezione frontale sulla parte di introduzione al laboratorio e di statistica, accompagnata da esercizi con tutor.

Le lezioni e le esercitazioni saranno sincrone con parziale presenza degli studenti in aula e saranno videoregistrate.

- Secondo semestre: Esperimenti in Laboratorio svolti da gruppi di tre studenti, sotto la supervisione del docente e dei tutor.

- Discussione dei risultati degli esperimenti e della loro elaborazione in aula con il docente.

Eventuali modifiche al piano organizzativo dovute all'emergenza sanitaria verranno comunicate in itinere.

Materiale didattico

Esercizi svolti disponibili sulla pagina e-learning

Testo: "Teoria degli errori e fondamenti di statistica" M. Loreti, ed. Decibel, Zanichelli, in stampa fino al 2006, dopo http://wwwcdf.pd.infn.it/labo/INDEX.html

Secondo testo: "Introduzione all'analisi degli errori " John R. Taylor, ed. Zanichelli.

Per consultazione: "Statistical Methods in Data Analysi " W.J. Metzger

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo e secondo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

-Esame scritto con esercizi sulla parte di statistica.

- Consegna di tre relazioni su tre degli esperimenti svolti in laboratorio (le relazioni vengono redatte dal gruppo di tre studenti) una settimana prima dell'esame orale

- Esame orale. All'esame orale vengono inizialmente discusse le relazioni di laboratorio consegnate. Successivamente verrà chiesto di descrivere uno o più degli esperimenti svolti, sia dal punto di vista delle leggi della fisica coinvolte che della strumentazione

utilizzata, delle modalità di raccolta dei dati e della loro elaborazione e dei risultati ottenuti. Per gli esperimenti di cui non è stata consegnata una relazione durante l'esame si farà riferimento al "quaderno di laboratorio" contenente i dati e risultati che lo studente deve portare con sé all'esame. Una o più domande riguarderanno la parte di statistica svolta a lezione.

Orario di ricevimento

Mercoledí dalle 11:30 alle 13:30 e su appuntamento (via email).