

PROGRAMMA del CORSO di FISICA I

a.a. 2012-2013, VIII corso, docente: Gianluca Ghigo

INTRODUZIONE al CORSO

Il metodo scientifico

legenda

NERO: programma già svolto

GRIGIO: programma ancora da svolgere

CENNI di TEORIA della MISURA

- Grandezze fisiche, grandezze fondamentali e derivate. Dimensioni delle osservabili fisiche, equazioni dimensionali.
- Definizione dei campioni e sistemi di unità di misura.
- L'operazione di misurazione. Misurazione diretta e indiretta.
- Tipi di incertezze sperimentali. Analisi degli errori e propagazione delle incertezze.
- Distribuzione normale. Livelli di confidenza.
- Metodo dei minimi quadrati, regressione lineare.

Note: di questa parte del corso è richiesta a tutti gli studenti la conoscenza delle nozioni e delle definizioni generali. Nel compito scritto può essere richiesto di applicare, nell'ambito di un esercizio complesso, la propagazione delle incertezze o il calcolo dimensionale. Agli studenti che portano le relazioni di laboratorio all'esame orale è richiesta una conoscenza più approfondita degli argomenti, in particolare riguardo alle procedure utilizzate per l'analisi dei dati acquisiti in laboratorio.

CINEMATICA del PUNTO

Introduzione alla cinematica (sistema di riferimento; lo schema del punto materiale; posizione e spostamento; traiettoria e legge oraria)

Moto rettilineo

velocità nel moto rettilineo (velocità media; velocità istantanea)
moto rettilineo uniforme
accelerazione nel moto rettilineo
moto rettilineo uniformemente accelerato
moto verticale di un grave
moto armonico semplice (equazione differenziale del moto armonico)
moto rettilineo smorzato esponenzialmente

Moto nel piano

raggio vettore e velocità
espressioni in coordinate cartesiane e coordinate polari: velocità radiale e velocità trasversa
accelerazione nel moto piano
accelerazione tangenziale e centripeta (componenti intrinseche dell'accelerazione)
moto circolare (velocità angolare, accelerazione angolare, notazioni vettoriali)
moto di precessione
moto parabolico (caduta dei gravi)

Moto nello spazio: cenni, composizione di moti

DINAMICA del PUNTO. LAVORO ed ENERGIA

Introduzione alla dinamica: principio d'inerzia; concetto di forza

Seconda legge di Newton

Terza legge di Newton (di azione e reazione)

Quantità di moto e impulso

- teorema dell'impulso

- conservazione della quantità di moto

Risultante delle forze. Equilibrio. Reazioni vincolari

Classificazione delle forze (interazioni fondamentali)

- forza peso (accelerazione di gravità; la sensazione di peso)

- forza di attrito radente (coefficiente di attrito statico; coefficiente di attrito dinamico)

- forza elastica

- forza di attrito viscoso

- tensione dei fili, carrucole

Azione dinamica delle forze: forze centripete (esempi: curve sopraelevate, curve su strada piana; equilibrio dinamico)

Applicazioni a sistemi semplici: piano inclinato, pendolo semplice

Lavoro. Potenza. Energia cinetica

- teorema dell'energia cinetica

- lavoro della forza peso

- lavoro di una forza costante

- lavoro di una forza elastica

- lavoro di una forza di attrito radente

Forze conservative

- energia potenziale

- forze non conservative e forze dissipative

Principio di conservazione dell'energia meccanica

- lavoro delle forze non conservative

Relazione tra energia potenziale e forza

- limitazioni del moto (grafici dell'energia)

Momento angolare e momento della forza

- teorema del momento angolare

- conservazione del momento angolare

- teorema del momento dell'impulso

- lavoro in un moto circolare

Forze centrali

- definizione di forza centrale

- moto di un punto materiale in un campo di forze centrali

 - velocità areale

 - richiamo alla seconda legge di Keplero

MOTI RELATIVI

Sistemi di riferimento. Velocità e accelerazione relative

Teorema delle velocità relative

- velocità assoluta, relativa e di trascinamento

- formule di Poisson

Teorema delle accelerazioni relative

- accelerazione assoluta, relativa e di trascinamento

- accelerazione complementare (o di Coriolis)

Sistemi di riferimento inerziali. Relatività galileiana

Sistemi di riferimento non inerziali: forze apparenti (o forze di inerzia)

Studio di casi particolari:

- moto di trascinamento rettilineo uniforme (trasformazione galileiana)

- moto di trascinamento rettilineo accelerato

- moto di trascinamento rotatorio uniforme

il moto rispetto alla Terra

DINAMICA DEI SISTEMI DI PUNTI MATERIALI

Sistemi di punti. Forze interne e forze esterne. Centro di massa di un sistema di punti

Teorema del moto del centro di massa (I legge cardinale della dinamica)

conservazione della quantità di moto

Teorema del momento angolare, con polo mobile (II legge cardinale della dinamica)

conservazione del momento angolare

Sistema di riferimento del centro di massa

Teoremi di Koenig

teorema di Koenig per il momento angolare

teorema di Koenig per l'energia cinetica

Teorema dell'energia cinetica

conservazione dell'energia meccanica

lavoro delle forze non conservative

Urto tra punti materiali

condizioni generali

sistemi del laboratorio e del centro di massa

urto completamente anelastico

urto elastico

urto anelastico (coefficiente di restituzione)

Cenno sugli urti non centrali (parametro d'urto)

Proprietà dei sistemi di forze applicate a punti diversi

coppia di forze

possibilità di ridurre un sistema di forze a una risultante e un momento risultante (enunciato)

sistemi di forze parallele (caso della forza peso: centro di gravità o baricentro)

DINAMICA DEL CORPO RIGIDO

Definizione di corpo rigido

Moto di un corpo rigido: traslazione, rotazione, rototraslazione

Corpo continuo: densità, posizione del centro di massa

Rotazioni rigide attorno ad un asse fisso in un sistema di riferimento inerziale

momento d'inerzia di un corpo rispetto ad un asse

calcolo del momento angolare

effetti del non parallelismo tra momento angolare e asse di rotazione

equazione del moto di rotazione

calcolo di energia cinetica e lavoro

Momento d'inerzia

esempi di calcolo per corpi continui

teorema di Huygens-Steiner

Moto di puro rotolamento

caso di forza orizzontale applicata all'asse

caso di momento applicato

Attrito volvente

Impulso angolare. Momento dell'impulso

Cenni sul teorema di Poincaré (ellissoide d'inerzia; assi principali d'inerzia; assi centrali d'inerzia, matrice d'inerzia)

Giroscopi. Cenni sul moto di sistemi giroscopici particolari:

punto fisso coincidente con centro di massa: stabilizzatori di direzione

punto fisso non coincidente con centro di massa: trottola, precessione, nutazione (cenno)

Corpo rigido libero (precessione degli equinozi)
Urti tra punti materiali e corpi rigidi o tra corpi rigidi (cenni)
Statica (cenni): equilibrio stabile, instabile, indifferente; esempi

OSCILLAZIONI

Oscillatore armonico semplice: equazione dell'oscillatore armonico, soluzione generale, energia.
Oscillatore armonico smorzato da una forza viscosa: soluzione dell'equazione, casi di smorzamento forte, critico e debole.
Oscillatore armonico forzato: equazione nel caso di una forzante armonica, impostazione del calcolo e soluzione, analisi della risposta in funzione della frequenza forzante, risonanza.

GRAVITAZIONE ed ELETTROSTATICA

Le tre leggi di Keplero
Forza gravitazionale (argomento di Newton)
Massa inerziale e massa gravitazionale
Campo gravitazionale: definizione e discussione sull'opportunità dell'introduzione della grandezza 'campo'
Energia potenziale gravitazionale
Velocità di fuga
Potenziale gravitazionale
Teorema di Gauss per il campo gravitazionale: flusso; enunciato del teorema ed esempi in simmetria sferica (sfera omogenea, guscio sferico).
Equazione del moto. Cenni sul procedimento di determinazione della traiettoria (coniche, eccentricità, possibili traiettorie)
Grafici dell'energia: cenni (energia potenziale efficace)
Elettrostatica:
forza di Coulomb
campo elettrostatico
energia potenziale e potenziale elettrostatico
teorema di Gauss per il campo elettrico: enunciato e dimostrazione; angolo solido; applicazione al caso di simmetria cilindrica, piano indefinito uniformemente carico e doppio strato.

PROPRIETA' MECCANICHE DEI FLUIDI

Generalità sui fluidi.
Pressione, pressione come funzione scalare del punto, lavoro delle forze di pressione
Equilibrio statico di un fluido
Equilibrio in presenza della forza peso
legge di Stevino
principio di Pascal
studio di casi specifici: principio dei vasi comunicanti, barometro di Torricelli, pressione atmosferica e sue variazioni
Principio di Archimede, stabilità dei corpi galleggianti
Fluido ideale e fluido reale (attrito interno, viscosità)
Moto di un fluido: descrizioni euleriana e lagrangiana; regime stazionario; linee di corrente e tubo di flusso; portata; legge di Leonardo.
Teorema di Bernoulli (fluido ideale): enunciato e dimostrazione; studio di casi particolari: condotto a sezione costante inclinato, tubo di Venturi, teorema di Torricelli, paradosso idrodinamico, pulsazione vascolare.
Moto di (in) un fluido reale
Moto laminare (enunciato della legge di Hagen-Poiseuille)

Moto turbolento o vorticoso (numero di Reynolds, velocità critica)

Moto in un fluido: paradosso di D'Alembert (fluido ideale); resistenza del mezzo nel caso di moto laminare (legge di Stokes) e turbolento; effetto Magnus; portanza (cenni, profilo d'ala).

PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

Definizioni: sistema termodinamico; ambiente; universo termodinamico; sistemi aperti, chiusi, isolati; variabili termodinamiche; stato termodinamico; stato termodinamico di equilibrio (variabili di stato); equazione di stato; trasformazione termodinamica; contatto termico; parete diatermica; parete adiabatica; sistema adiabatico.

Principio dell'equilibrio termico (principio zero della termodinamica)

Temperatura: definizione operativa di temperatura

caratteristica termometrica

funzione termometrica

termometro

punto fisso (punto triplo dell'acqua)

temperatura empirica

scale termometriche

Esperimenti di Joule sui sistemi adiabatici ed equivalenza tra calore e lavoro

Primo principio della termodinamica. Energia interna.

Trasformazioni termodinamiche reversibili e irreversibili. Trasformazioni quasi-statiche.

Calorimetria. Calore specifico (molare). Capacità termica. Processi isotermi, cambiamenti di fase.

GAS IDEALI E GAS REALI

Leggi dei gas ideali: isoterma di Boyle, isocora e isobara di Volta-Gay Lussac. Legge di Avogadro

Equazione di stato di un gas ideale.

Termometro a gas ideale a volume costante.

Trasformazioni di un gas ideale: lavoro; calore; energia interna (esperienza di Joule sull'espansione libera di un gas); espressione esplicita dell'energia interna

Relazione di Mayer

Trasformazioni generiche. Trasformazioni adiabatiche e trasformazioni isoterme.

Trasformazioni cicliche, rendimento. Ciclo di Carnot (calcolo del rendimento). Ciclo frigorifero (efficienza).

Gas reali: principali differenze con il gas ideale; diagramma pV di una sostanza omogenea e pura; equazione di stato di Van der Waals (cenni); diagrammi pT (cenni).

Teoria cinetica del gas ideale: premesse del modello cinetico; calcolo della pressione; equazione di Joule-Clausius-Kronig; significato microscopico (cinetico) della temperatura; equipartizione dell'energia; significato cinetico del calore.

SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

Enunciati di Kelvin-Planck e di Clausius del secondo principio della termodinamica

Equivalenza tra i due enunciati

Reversibilità ed irreversibilità

Teorema di Carnot: dimostrazione, studio del rendimento massimo.

Temperatura termodinamica assoluta (definizione dell'unità kelvin; zero assoluto)

Teorema di Clausius (enunciato)

Funzione di stato entropia: definizione; principio di aumento dell'entropia (formulazione matematica del secondo principio della termodinamica); energia inutilizzabile (cenni); significato probabilistico dell'entropia (cenni).