



UNIVERSITÀ DI PISA

FISICA GENERALE I

FABRIZIO CEI

Anno accademico	2017/18
CdS	INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI
Codice	011BB
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA GENERALE I	FIS/01	LEZIONI	120	GIOVANNI BATIGNANI FABRIZIO CEI ALESSANDRA TONCELLI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Conoscenza delle leggi fondamentali della meccanica classica e dell'elettromagnetismo statico:

- sistemi di unità di misura e sistemi di riferimento;
- principi della dinamica in sistemi di riferimento inerziali e non inerziali;
- quantità di moto e teorema dell'impulso;
- dinamica delle rotazioni e moto del corpo rigido;
- gravitazione universale;
- lavoro, energia e principio di conservazione dell'energia meccanica;
- campo elettrostatico, leggi di Coulomb e Gauss e loro applicazioni;
- corrente elettrica e circuiti RC;
- campo di induzione magnetica, leggi di Laplace, Lorentz, Biot-Savart ed Ampère.

Modalità di verifica delle conoscenze

La prova scritta consiste nella risoluzione di esercizi (generalmente due) su argomenti attinenti alle tematiche sviluppate durante il corso. La prova orale consiste nella discussione della prova scritta, nella verifica di conoscenze di base (enunciazione di leggi, dimostrazione di teoremi ...) e nella risoluzione di altri esercizi sulle medesime tematiche.

Capacità

Lo studente al termine del corso deve essere in grado di risolvere esercizi e di impostare un'analisi qualitativa e quantitativa relativamente agli argomenti discussi nel corso. Deve inoltre avere padronanza del sistema di unità di misura MKS e dell'analisi dimensionale.

Modalità di verifica delle capacità

Risoluzione di esercizi e discussione delle tematiche del corso, sia durante la prova scritta che durante quella orale.

Comportamenti

E' richiesta (ma non indispensabile) una partecipazione il più possibile attiva degli studenti durante le lezioni ed in particolare durante le esercitazioni.

Modalità di verifica dei comportamenti

Interazione del docente con la classe, tramite domande e discussioni.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di matematica di base su risoluzione di equazioni algebriche, uso degli assi cartesiani, proprietà delle funzioni. Conoscenze a livello di primo anno di università di geometria, algebra lineare ed analisi matematica ad una variabile.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

1) Grandezze fisiche, vettori e scalari, unità di misura



UNIVERSITÀ DI PISA

Grandezze fisiche fondamentali e derivate. Sistemi di unità di misura; sistema MKS. Concetto di errore (incertezza) di una misura.

Propagazione degli errori: formula generale ed esempi. Definizione di vettore; grandezze scalari e vettoriali. Esempi ed applicazioni. Vettore posizione. Sistemi di coordinate cartesiane, polari piane, polari cilindriche e polari sferiche. Trasformazione fra sistemi di coordinate.

Rappresentazione di un vettore nei vari sistemi. Operazioni sui vettori: somma, prodotto per uno scalare, prodotto scalare e prodotto vettoriale. Regola della mano destra. Versori. Esempi di calcolo in coordinate cartesiane. Rappresentazione geometrica: area di un parallelogramma come prodotto vettoriale, volume di un prisma come combinazione di prodotto vettoriale e scalare. Superfici orientate e vettore superficie. (3 ore di lezione e 3 di esercitazione).

2) Cinematica del punto materiale

Definizione di punto materiale. Posizione, legge oraria e traiettoria. Diagrammi spazio-tempo. Velocità media e velocità istantanea.

Interpretazione geometrica della velocità; relazione fra la velocità ed il problema delle tangenti. Diagrammi velocità-tempo. Calcolo della posizione a partire dalla velocità. Moto rettilineo e rettilineo uniforme. Definizione di accelerazione media ed istantanea. Componenti dell'accelerazione per un moto planare; accelerazione tangenziale e normale alla traiettoria. Moto uniformemente accelerato in una dimensione e sue proprietà. Accelerazione di gravità sulla superficie terrestre. Caduta dei gravi nel vuoto. Calcolo della velocità a partire dall'accelerazione ed integrazione completa della legge oraria. Definizione di moto periodico: frequenza, periodo e pulsazione. Moto armonico: legge oraria, proprietà, ampiezza e fase. Moto con accelerazione proporzionale e controversa alla velocità; smorzamento esponenziale. Moto circolare uniforme e non uniforme. Accelerazione tangenziale e centripeta. Descrizione in coordinate cartesiane e polari piane. Velocità angolare e velocità lineare. Relazione con il moto armonico. Descrizione generale del moto bidimensionale in coordinate cartesiane e polari piane: velocità ed accelerazione. Casi particolari: moto rettilineo e circolare. Moto di un grave lanciato. Moto del pendolo semplice. Descrizione cinematica del moto di un satellite geostazionario. (6 ore di lezione e 6 di esercitazione)

3) Dinamica del punto materiale

Sistemi di riferimento inerziali e non inerziali. Validità della legge di inerzia. Concetto di forza come interazione fra corpi. Misura delle forze e dinamometro. Principi della meccanica; leggi di Newton. Definizione della massa. Limiti di validità della meccanica classica: dimensioni atomiche e velocità confrontabili con c . Legge di gravitazione universale. Forza di gravità sulla superficie terrestre; dipendenza dall'altezza.

Forze di contatto e forze di attrito; attrito statico e dinamico. Interpretazione molecolare. Vincoli e forze vincolari. Vincoli lisci. Tensioni.

Carrucole fisse prive di massa. Forze elastiche ed anelastiche; legge di Hooke e limiti della sua applicabilità. Forze di attrito dipendenti dalla velocità; attrito viscoso e moto in un fluido. Caduta di un grave in aria; soluzione dell'equazione differenziale corrispondente. Dinamica del moto armonico: moto di una massa sottoposta alla forza di una molla; effetto di una forza esterna costante (gravità); oscillazioni semplici e soluzione dell'equazione differenziale. Cenni di idrostatica: pressione di un fluido e sue proprietà, spinta di Archimede. Proprietà generali delle forze dipendenti dall'inverso del quadrato della distanza; gravitazione universale e forza elettrostatica. Carica elettrica e legge di Coulomb; analogie e differenze con la gravitazione universale. Costante dielettrica del vuoto; relazione con la costante di Coulomb. Discussione delle orbite possibili per il moto di due corpi in presenza di una forza centrale: circonferenza, ellisse, parabola, iperbole, retta. Moto di un satellite geostazionario.

Moto di un punto materiale su un piano inclinato, in assenza e presenza di attrito. Moto su un piano inclinato in presenza di una forza elastica. Sistemi di riferimento non inerziali; velocità relativa e velocità di trascinamento. Accelerazione relativa e di trascinamento; forze apparenti; forza centrifuga e forza di Coriolis. Moto in un ascensore, in un veicolo in moto uniformemente accelerato e su una piattaforma rotante. (7 ore di lezione e 8 di esercitazione)

4) Dinamica dei sistemi

Definizione di sistema meccanico, discreto e continuo. Centro di massa: posizione, velocità ed accelerazione. Densità di massa volumetrica, superficiale e lineare. Calcolo del centro di massa per sistemi con proprietà di simmetria. Moto di rotolamento. Moto di traslazione, rototraslazione e puro rotolamento. Descrizione del puro rotolamento come rotazione attorno ad un asse istantaneo o come sovrapposizione della rotazione intorno al centro di massa e del moto di traslazione del centro di massa. Forze interne ed esterne. Prima equazione cardinale della meccanica dei sistemi. Definizione di quantità di moto per un punto materiale e per un sistema. Impulso di una forza e teorema dell'impulso. Conservazione della quantità di moto per sistemi isolati. Forze impulsive. (4 ore di lezione e 3 ore di esercitazione)

5) Lavoro ed energia

Lavoro di una forza. Eventuale dipendenza dal percorso; forze conservative e non conservative. Lavoro delle forze vincolari e delle forze di attrito statico e dinamico. Lavoro della forza gravitazionale alla superficie terrestre. Potenza. Energia cinetica e teorema delle forze vive. Lavoro delle forze elastiche e delle forze dipendenti dall'inverso del quadrato della distanza. Campi di forza e campi vettoriali. Linee di forza, superfici equipotenziali e loro proprietà. Lavoro delle forze conservative e definizione di differenza di energia potenziale. Relazione fra le forze e l'energia potenziale; gradiente di U . Energia meccanica e conservazione dell'energia meccanica. Applicazioni: energia potenziale elastica, elettrostatica e gravitazionale. Velocità di fuga dalla superficie terrestre. Applicazione della legge di conservazione dell'energia per la soluzione di problemi meccanici. Deduzione delle proprietà delle forze dal grafico di $U(x)$. Equilibrio stabile ed instabile di un punto materiale.

Comportamento della funzione energia potenziale intorno ad un minimo; piccole oscillazioni. Applicazione del principio di conservazione della quantità di moto: il moto di un razzo. (7 ore di lezione e 6 di esercitazione)

6) Momento angolare e moto del corpo rigido.

Momento di una forza e momento angolare di un punto materiale. Seconda equazione cardinale della meccanica per un punto materiale. Cenni al principio di indeterminazione ed alla costante di Planck; limiti di validità della meccanica classica alle piccole distanze. Conservazione del momento angolare per un punto materiale non soggetto a momenti. Descrizione del moto del pendolo semplice partendo dal momento angolare: soluzione generale e caso delle piccole oscillazioni. Seconda equazione cardinale della meccanica dei sistemi. Conservazione del momento angolare nei sistemi meccanici non soggetti a momenti esterni. Definizione di corpo rigido. Momento angolare di un corpo rigido e momento d'inerzia. Teorema degli assi paralleli. Calcolo di momenti d'inerzia per sistemi con simmetria: sbarra, ruota, cilindro, disco, sfera. Energia cinetica di un corpo rigido in rotazione; primo teorema di Koenig. Momento angolare di un corpo rigido in rotazione con applicazione del teorema degli assi paralleli; secondo teorema di Koenig. Moto di un corpo rigido in presenza di attrito statico e dinamico; condizione di puro rotolamento. Energia potenziale di un corpo rigido e conservazione dell'energia meccanica per un corpo rigido in moto di puro rotolamento. Modello semiclassico dell'atomo di idrogeno secondo Bohr; quantizzazione del momento angolare e livelli energetici. (6 ore di lezione e 7 di esercitazione)

7) Elettrostatica

Definizione di campo elettrostatico. Linee di forza del campo elettrostatico. Cariche puntiformi e densità di carica di volume, di superficie e lineare. Calcolo del campo elettrico generato da cariche puntiformi o da distribuzioni continue di carica. Campo elettrico di una sbarretta uniformemente carica e sull'asse di un disco uniformemente carico. Definizione di flusso del campo elettrico attraverso una superficie piana, finita o infinitesima. Superfici aperte e chiuse. Esempi di linee di forza di sistemi di cariche puntiformi o di distribuzioni continue. Legge di Gauss



UNIVERSITÀ DI PISA

e sua applicazione per il calcolo di campi elettrici di sistemi ad elevata simmetria: campo elettrico di un piano infinito uniformemente carico, di un filo infinito uniformemente carico, di un cilindro e di una sfera uniformemente carichi, di una superficie cilindrica e di una sferica uniformemente cariche. Conduttori ed isolanti ideali. Proprietà dei conduttori all'equilibrio elettrostatico e teorema di Coulomb. Campo di una cavità conduttrice e schermaggio elettrostatico. Pressione elettrostatica. Equazione del moto e sua soluzione per una carica negativa all'interno di una sfera isolante con carica positiva uniforme. Differenza di potenziale elettrico e potenziale elettrico. Potenziale di una carica puntiforme. Proprietà di conservatività, relazione fra potenziale elettrostatico ed energia potenziale. Energia potenziale di un sistema di cariche puntiformi. Determinazione del campo elettrostatico come gradiente del potenziale, analogia con la relazione meccanica fra forza conservativa ed energia potenziale. Calcolo del potenziale elettrico generato da distribuzioni di carica discrete e continue. Moto di una carica puntiforme sotto l'azione di campi elettrici uniformi e non uniformi. Generatore ideale di forza elettromotrice e voltmetro ideale. Differenza fra forza elettromotrice e differenza di potenziale. Seconda legge di Kirchoff. (8 ore di lezione e 7 di esercitazione)

8) Correnti continue

Definizione di corrente elettrica e di densità di corrente di volume. Relazione fra le due grandezze; flusso della densità di corrente di volume. Amperometri e generatori di corrente. Resistenza e resistori. Espressione della densità di corrente in funzione della concentrazione e della velocità dei portatori di carica. Calcolo della velocità dei portatori in un conduttore percorso da corrente. Prima legge di Ohm: resistività e conducibilità. Mobilità dei portatori di carica. Seconda legge di Ohm. Prima legge di Ohm in forma microscopica. Prima legge di Kirchoff. Potenza dissipata in un resistore; effetto Joule. Potenza erogata da un generatore di corrente. Energia immagazzinata in una batteria e lavoro della batteria. Capacità e condensatori. Capacità di un condensatore piano; effetto della presenza di un materiale isolante interposto fra le piastre. Scarica di un condensatore attraverso una resistenza; circuito RC. Energia immagazzinata in un condensatore; densità di energia elettrica. Carica di un condensatore attraverso una resistenza; lavoro della batteria e considerazioni energetiche. Modello di un dielettrico; cariche libere e di polarizzazione. Effetto del dielettrico sulla capacità di un condensatore. Costante dielettrica e modifica della legge di Gauss. Calcolo della capacità per condensatori a simmetria sferica e cilindrica (7 ore di lezione e 4 di esercitazione)

9) Magnetostatica

Flusso del campo di induzione magnetica. Struttura dipolare del campo di induzione magnetica. Legge di Gauss per il magnetismo. Legge di Biot e Savart per il calcolo del campo magnetico di un filo rettilineo indefinito percorso da corrente. Permeabilità magnetica del vuoto e suo valore nel sistema MKS. Forza tra fili paralleli percorsi da corrente. Definizione dell'Ampere e di m_0 . Velocità della luce nel vuoto; relazione con le costanti ϵ_0 e m_0 ; impedenza del vuoto. Moto di una particella carica in un campo di induzione magnetica uniforme: definizione operativa di B. Spettrometro di massa e selettore di velocità. Forza su un filo percorso da corrente in presenza di un campo di induzione magnetica; prima legge di Laplace. Forza e momento su una spira immersa in un campo di induzione magnetica; caso di un campo uniforme. Seconda legge di Laplace. Calcolo del campo di induzione magnetica al centro di una spira percorsa da corrente e sul suo asse. Linee di forza del campo di induzione magnetica generato da una spira circolare. Circuitazione del campo di induzione magnetica e legge di Ampère. Verso di percorrenza di un circuito e correnti concatenate. Relazione fra la seconda legge di Laplace e la legge di Biot e Savart. Applicazioni della legge di Ampère al calcolo del campo di induzione magnetica generato da una parete di fili percorsi da corrente, da una distribuzione di corrente a simmetria cilindrica (superficiale o di volume) e da un solenoide indefinito. Forza agente sui fili percorsi da corrente su una superficie cilindrica. Momento meccanico agente su una spira percorsa da corrente; momento magnetico e sua relazione con il momento meccanico. Calcolo del momento agente su una spira rettangolare. Energia di un dipolo magnetico in un campo esterno. Principio di funzionamento del motore elettrico. Campo elettrico generato in una sbarra conduttrice dal suo moto in presenza di un campo di induzione magnetica. Bilancio energetico del motore elettrico. Applicazione della definizione di momento magnetico all'atomo: momento magnetico e momento angolare dell'elettrone nell'atomo di idrogeno; rapporto giromagnetico. Cenni allo spin. Suddivisione dei materiali magnetici: diamagnetici, paramagnetici e ferromagnetici. (9 ore di lezione e 8 di esercitazione)

6 ore di esercitazione da dedicare ad esercizi di riepilogo sui compiti di esame.

Bibliografia e materiale didattico

Testi di riferimento:

Vannini "Gettys FISICA 1: Meccanica, termodinamica", quinta edizione, McGraw-Hill
Cantatore-Vitale "Gettys Fisica 2: Elettromagnetismo, onde, ottica", quarta edizione McGraw-Hill

Nota: sono in vendita anche edizioni parziali, che contengono solo "Meccanica" (per FISICA 1) ed "Elettromagnetismo ed onde" (per FISICA 2)

In alternativa:

Serway-Beichner, "Fisica per Scienze ed Ingegneria", III Edizione, I e II Volume, EdiSES
Serway-Jewett, "Fisica per Scienze ed Ingegneria", IV Edizione, I e II Volume, EdiSES

Modalità d'esame

Prova scritta e prova orale. La prova scritta si intende superata se il candidato ottiene un punteggio non inferiore a 18/30; la prova orale può essere sostenuta nell'appello stesso o nei due immediatamente successivi, anche se appartenenti a sessioni diverse. Nel caso in cui uno studente, in possesso di un compito sufficiente, consegna un secondo elaborato in una prova scritta successiva a quella in cui aveva riportato il risultato positivo, quest'ultimo è automaticamente annullato e fa fede solo la nuova prova scritta consegnata.

Altri riferimenti web

https://people.unipi.it/static/fabrizio_cel/

Ultimo aggiornamento 24/07/2017 14:15