UNIVERSITÀ DI PISA

FISICA GENERALE I

FABRIZIO CEI

Academic year	2018/19
Course	INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI
Code	011BB
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
FISICA GENERALE I	FIS/01	LEZIONI	120	GIOVANNI BATIGNANI FABRIZIO CEI ALESSANDRA TONCELLI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Leggi fondamentali della meccanica classica:

- Vettori, scalari e sistemi di unità di misura
- Cinematica e dinamica del punto materiale
- Dinamica dei sistemi
- Cinematica e dinamica delle rotazioni e moto del corpo rigido
- Lavoro ed energia

Leggi fondamentali dell'elettromagnetismo statico:

- Elettrostatica
- Correnti continue
- Magnetostatica

Modalità di verifica delle conoscenze

- Enunciare e spiegare gli argomenti trattati nelle lezioni e nelle esercitazioni
- Saper rispondere a domande di natura teorica (definizioni, teoremi ...) sugli argomenti del corso
- Saper risolvere in modo autonomo problemi basati sulle conoscenze introdotte nel corso

Capacità

- Capacità di impostare ragionamenti qualitativi e quantitativi concernenti gli argomenti del corso e le loro applicazioni pratiche
- Capacità di risolvere esercizi basati sugli argomenti del corso e di trovare opportuni esempi per illustrare i contenuti studiati
- Capacità di utilizzare le conoscenze sviluppate nel corso per modellizzare in maniera semplice fenomeni reali

Modalità di verifica delle capacità

Durante lo svolgimento delle lezioni ed esercitazioni il docente interagisce il più possibile con gli studenti per verificarne l'apprendimento in corso d'opera. Tale interazione si basa su domande, soluzione e discussione di esercizi. Queste verifiche sono necessarie al docente per tenere sotto controllo il livello generale di comprensione del corso da parte degli studenti, ma non hanno alcun impatto sulla valutazione indviduale degli studenti stessi.
Nell'esame finale, composto da una prova scritta ed una orale, si chiede di:
- risolvere esercizi composti da varie domande, di diverso livello di difficoltà (prova scritta);
- commentare la prova scritta, risolvere esercizi, enunciare e discutere definizioni e teoremi sviluppati durante il corso (prova orale).

Comportamenti

E' richiesta una partecipazione il più possibile attiva degli studenti durante le lezioni e le esercitazioni ed in particolare di :

- ripassare e verficare le proprie conoscenze relative ai prerequisiti del corso
- cercare di eseguire autonomamente gli esercizi proposti dal docente durante le esercitazioni in aula e successivamente a casa

- partecipare ed essere disponibili alle interazioni con il docente, soprattutto durante le esercitazioni.

Modalità di verifica dei comportamenti

Discussioni con gli studenti durante lo svolgimento del corso, tese a verificare la comprensione dei concetti fondamentali sviluppati nelle lezioni e la capacità di applicarli. Si ribadisce che nessuna risposta fornita da uno studente durante questo tipo di interazioni ha alcuna conseguenza sulla sua valutazione, che è demandata esclusivamente al risultato delle prove finali.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Geometria euclidea nel piano e nello spazio, trigonometria, derivate, integrali, studi di funzione, equazioni differenziali I e II ordine lineari, calcolo vettoriale elementare.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

1) Grandezze fisiche, vettori e scalari, unità di misura
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. Cenno 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 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 m0. Velocità della luce nel vuoto; relazione con le costanti e0 e m0; 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. Cenno 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 consigliati:
G.VANNINI, *Gettys Fisica 1 (*5a ed., McGraw-Hill, 2011); G.CANTATORE-L.VITALE, *Gettys Fisica 2 (*4a ed., McGraw-Hill, 2011).
oppure
SERWAY-BEICHNER *Fisica per Scienze ed Ingegneria* (III edizione 2003) EdiSES
Eventualmente:
HALLIDAY, RESNICK, KRANE: *Fisica I e II*, CES
oppure
TIPLER-MOSCA *Corso di Fisica I e II*, IV edizione, Zanichelli
Sul sito internet del corso:
http://people.unipi.it/static/fabrizio_cei

sono disponibili:
1) la mappatura degli argomenti del corso con i capitoli dei libri Gettys di Fisica I e II
2) i compiti d'esame assegnati negli anni passati.

Indicazioni per non frequentanti

Si consiglia di utilizzare i testi suggerti nel paragrao "Bibliografia e materiale didattico" e rivolgersi al docente per ogni chiarimento. Si consiglia inoltre preventivamente di assistere a qualche esame orale.

Modalità d'esame

L'esame si compone di una prova scritta ed una orale. La prova scritta ha la durata di 3 ore e consiste in 2 esercizi con 4 domande ciascuno, domande di diverso livello di difficoltà. Ciascuna domanda ha un valore massimo di 4 punti ed è necessario riportare un punteggio non inferiore a 18/30 per essere ammessi alla prova orale. Nella valutazione della prova scritta si terrà conto con un massimo di 3 punti della chiarezza e della precisione formale (ad es. l'uso appropriato dei segni di vettore) dell'elaborato.
Nella prova orale si potra' chiedere di:

- rispondere a domande di natura teorica sui vari argomenti del ccrso;
- enunciare e spiegare argomenti trattati nelle lezioni ed esercitazioni;
- discutere la prova scritta o altre prove scritte assegnate in precedenza;
- risolvere nuovi esercizi basati sugli argomenti del corso

Informazioni importanti:

- E' obbligatorio iscriversi, via web, alle prove di esame scritte ed orali. Per le sole prove scritte saranno ammessi studenti non iscritti solo compatibilmente con le risorse disponibili (disponibilità posti in aula, disponibilità di copie dei testi, ...).
- La onsegna di una prova scritta costituisce un'esplicita rinuncia della prove scritte precedenti, ma il numero di prove scritte che possono essere sostenute in un anno non è soggetto a limitazioni.
- Gli studenti con OFA (debiti formativi) hanno restrizioni sulla possibilità di sostenere gli esami.
- E' obbligatorio portare agli esami scritti un valido documento di identita' con fotografia (per esempio: libretto universitario, tesserino plastificato dell'università, carta d'identità, ...) ed all'esame orale il libretto-tessera universitario
- Durante gli scritti non è consentito consultare libri o quaderni, tranne un foglio di appunti in cui siano riportate le formule di difficile memorizzazione e le costanti numeriche di uso più frequente (G, e, c ...)
- La prova orale deve essere effettuata nello stesso appello della prova scritta oppure in uno dei due appelli immediatamente successivi, anche se in sessioni diverse. In caso di fallimento della prova orale la prova scritta deve essere ripetuta.

Pagina web del corso

http://people.unipi.it/static/fabrizio_cei

Altri riferimenti web

http://docenti.ing.unipi.it/~a008137
Pagina web del prof. Giovanni Batignani, titolare del corso fino al 2015, per le prove d'esame degli anni A.A. precedenti al 2015-2016.

Ultimo aggiornamento 11/10/2018 17:14