



FISICA I A - L

FIS/01 - 6 CFU - 2° semestre

Docente titolare dell'insegnamento

ROSSELLA CARUSO

Email: rossella.caruso@dfa.unict.it

Edificio / Indirizzo: stanza N.316 - III piano - Dipartimento di Fisica e Astronomia "Ettore Majorana" - Cittadella Universitaria - Via Santa Sofia, 64-95123 CATANIA

Telefono: 095 3785402

Orario ricevimento: mercoledì ore 11:00-13:00 & mercoledì ore 17:00-19:00. E' consigliata un'e-mail di preavviso di presentazione al ricevimento. Il ricevimento potrà svolgersi in presenza oppure online (piattaforma Microsoft Teams) su richiesta dello studente.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si propone come introduzione allo studio dei fenomeni della Meccanica e dei Fluidi affrontando lo studio della Meccanica classica del punto materiale, dei sistemi di punti materiali e dei corpi rigidi, dei Principi della statica e dinamica dei fluidi e allenando lo studente al "problem solving": la capacità di risoluzione di problemi di fisica inerenti gli argomenti suddetti.

PREREQUISITI RICHIESTI

Nozioni di algebra elementare e lineare (operazioni, risoluzione di equazioni di I e II grado, sistemi lineari di equazioni); nozioni di trigonometria (funzioni e formule trigonometriche), nozioni di analisi matematica (concetto di limite, derivata e integrale, studio di funzioni)

FREQUENZA LEZIONI

obbligatoria

CONTENUTI DEL CORSO

0) Introduzione

Il metodo scientifico in Fisica. Leggi e principi. Definizione operativa di una grandezza fisica; grandezze fisiche fondamentali e derivate, dirette e indirette; analisi dimensionale delle grandezze fisiche; le tre grandezze fisiche fondamentali in Meccanica: massa, spazio e tempo e loro unità di misura. La misura:

misurazione diretta e indiretta; unità di misura, multipli e sottomultipli, sistemi di unità di misura (Sistema Internazionale, Sistema CGS, Sistema Pratico degli ingegneri e Sistema britannico). Notazione scientifica, potenze di dieci e ordini di grandezza, cifre significative e regole di arrotondamento.

1) Calcolo vettoriale

Grandezza scalare e grandezza vettoriale. I vettori come segmenti orientati; modulo, direzione e verso; vettori liberi e applicati. Operazioni con i vettori: somma di vettori e sue proprietà, differenza di vettori e sue proprietà, prodotto di un vettore per uno scalare e sue proprietà, divisione di un vettore per uno scalare e sue proprietà; prodotto scalare tra vettori e sue proprietà, prodotto vettoriale tra vettori e sue proprietà; derivata di un vettore e sue proprietà. Versori, derivata di un versore (con dimostrazione) e sue proprietà. Scomposizione di un vettore in 2 dimensioni rispetto ad assi generici e rispetto ad assi cartesiani, scomposizione di un vettore in 3 dimensioni rispetto a un sistema cartesiano ortogonale, rappresentazione cartesiana di un vettore; coseni direttori.

2) Cinematica del punto materiale

La schematizzazione di punto materiale. Sistemi di riferimento: il sistema di coordinate cartesiane, ascissa curvilinea, il sistema di coordinate polari, il sistema di coordinate sferiche. Legge oraria e traiettoria, diagramma orario. Vettori posizione e spostamento di un punto materiale in 3 dimensioni. Velocità: velocità media e istantanea; accelerazione: accelerazione media e istantanea. Classificazione dei moti. Il problema inverso della cinematica e le condizioni iniziali di un problema. Moto rettilineo uniforme. Moto rettilineo uniformemente accelerato. Moto del grave: in caduta libera e con velocità iniziale non nulla, con velocità iniziale non nulla e lancio verso l'alto, con velocità iniziale non nulla e lancio verso il basso. Moto del proiettile: legge di composizione dei movimenti, traiettoria, altezza massima, gittata, tempo di volo, velocità al suolo; moto del proiettile con velocità iniziale rivolta verso il basso e con velocità iniziale orizzontale. Moto circolare uniforme: velocità angolare e accelerazione centripeta. Moto circolare uniformemente accelerato: accelerazione angolare; accelerazione centripeta e tangenziale. Moto periodico: periodo, pulsazione e frequenza. Moto armonico semplice: caratteristiche, legge oraria e diagramma orario. Moti relativi nel caso semplice di moto traslatorio rettilineo uniforme tra sistemi di riferimento: le trasformazioni galileiane.

Esercitazioni di Cinematica del punto materiale

3) Dinamica del punto materiale

La grandezza fisica forza: definizione operativa statica e dinamica, il dinamometro. Sistemi di riferimento inerziali. I principi fondamentali della dinamica del punto materiale: il Principio Zero o di relatività di G. Galilei; il I Principio della dinamica o Principio di inerzia; il II Principio della dinamica o Legge di Newton, il III Principio della dinamica o Principio di azione e reazione. Invarianza e covarianza delle leggi fisiche in presenza di sistemi di riferimento inerziali. Massa inerziale e massa gravitazionale. Forze costanti: la forza peso, la forza di attrito: reazione vincolare, attrito statico e dinamico; piano inclinato liscio e scabro; tensioni e vincoli: fili e carrucole ideali; la macchina di Atwood; il pendolo conico. Il pendolo semplice: isocronismo in regime di piccole oscillazioni, risoluzione dell'equazione differenziale del moto, legge oraria e sue caratteristiche. Forze dipendenti dalla posizione: la forza elastica; molle ideali, molele in serie e in parallelo. Forze che dipendono dalla velocità: forza di resistenza del mezzo o forza di attrito viscoso in regime di moto laminare, la legge di Stokes e il coefficiente di viscosità; caduta libera di un grave in aria: risoluzione dell'equazione differenziale del moto, legge oraria e andamento velocità, la velocità limite. Momento di una forza rispetto a un polo. Momento angolare o della quantità di moto rispetto a un polo. Relazione tra momento della forza e derivata del momento angolare (con dimostrazione).

Conservazione del momento angolare.

Esercitazioni di Dinamica del punto materiale: le Forze

4) Lavoro ed energia

Lavoro di una forza costante e di una forza variabile: definizione, proprietà e unità di misura. Lavoro in presenza di più forze: il principio di indipendenza delle azioni simultanee. Potenza media e istantanea: definizione, proprietà e unità di misura. Calcolo del lavoro della forza peso, della forza di attrito dinamico, della forza elastica, della forza di resistenza del mezzo. Nozione di campo di forze. Forze conservative e non conservative (dissipative). Proprietà delle forze conservative. Funzione potenziale; superfici equipotenziali e linee di forza. L'energia potenziale: definizione, proprietà e unità di misura. Calcolo della funzione potenziale (e energia potenziale) della forza peso e della forza elastica. L'energia cinetica: definizione, proprietà e unità di misura. L'energia meccanica: energia meccanica per un grave nel vuoto, energia meccanica per una molla nel vuoto, energia meccanica del pendolo semplice. Teorema delle Forze vive o Teorema dell'energia cinetica (con dimostrazione) Principio di conservazione dell'energia meccanica (con dimostrazione)

Esercitazioni di Dinamica del punto materiale: Lavoro ed Energia

5) Oscillazioni

L'oscillatore armonico nel vuoto: risoluzione dell'equazione differenziale del moto e sue proprietà. Oscillazioni di un punto materiale appeso ad una molla e forza peso e oscillazioni di un punto materiale su un vincolo orizzontale scabro (ovvero in presenza di attrito dinamico). L'oscillatore armonico smorzato da una forza di attrito viscoso (oscillatore armonico in un fluido): moto sovra-smorzato o super-critico, moto smorzato o critico, moto sotto-smorzato o sotto-critico in presenza di vincolo liscio e di vincolo scabro: equazioni differenziali e loro soluzione (equazioni del moto). L'oscillatore armonico forzato (in presenza di mezzo ovvero in un fluido): risoluzione dell'equazione differenziale del moto, la legge oraria: fase transiente e fase stazionaria, studio dell'andamento dell'ampiezza della soluzione particolare: il fenomeno della risonanza. Energia meccanica dell'oscillatore armonico semplice.

6) Gravitazione Universale

La forza di attrazione gravitazionale: la legge di Gravitazione Universale e sue proprietà per punti materiali, per oggetti a simmetria sferica, per oggetti di forma irregolare e sua espressione in un sistema di riferimento cartesiano qualsiasi e in un sistema di riferimento con origine coincidente con una delle masse. Sorgente del campo gravitazionale (ovvero in presenza di due masse nel caso $M \gg m$). Il campo gravitazionale in coordinate sferiche: campo centrale a simmetria sferica. Calcolo del lavoro della forza di attrazione gravitazionale. Calcolo della funzione potenziale gravitazionale. Energia potenziale, superfici equipotenziali e linee di forza per il campo di gravitazione. Energia meccanica per un punto materiale in un campo di forze gravitazionale. Calcolo della velocità di fuga. Le tre leggi di Keplero: enunciato e proprietà; I Legge di Keplero (con dimostrazione: orbite piane); II Legge di Keplero (con dimostrazione); III legge di Keplero (con dimostrazione) ed eccentricità delle orbite.

Esercitazioni di Dinamica del punto materiale: Gravitazione

7) Dinamica dei sistemi di punti materiali e del corpo rigido

I sistemi di punti materiali: modellizzazione discreta e continua. Centro di massa di un sistema di punti materiali e calcolo in casi notevoli. Densità di massa lineare, superficiale e volumetrica. Forze interne,

forze esterne. Quantità di moto totale di un sistema di punti materiali. Momento totale delle forze esterne per un sistema di punti materiali. Momento angolare totale per un sistema di punti materiali. Energia cinetica per un sistema di punti materiali. I Teorema del centro di massa (con dimostrazione); Il Teorema del centro di massa (con dimostrazione). Equazioni cardinali del moto di un sistema: I equazione cardinale (con dimostrazione), Il equazione cardinale (con dimostrazione). Principio di conservazione della quantità di moto totale per un sistema di punti materiali e casi notevoli. La schematizzazione di corpo rigido. Gradi di libertà. Momento di inerzia, calcolo del momento di inerzia per casi notevoli. Teorema di Huygens-Steiner (con dimostrazione). Energia cinetica per un corpo rigido. Moto dei corpi rigidi: moto traslatorio; moto rotatorio: precessione del vettore momento angolare totale, espressione del momento angolare assiale; moto roto-traslatorio: il puro rotolamento. Assi di simmetria, assi di inerzia, assi centrali. Rotazione di un corpo rigido attorno ad un asse fisso: equazione assiale del moto, conservazione del momento angolare assiale. Il pendolo composto o pendolo fisico. La carrucola come corpo rigido.

Esercitazioni di Dinamica dei sistemi di punti materiali e corpo rigido

8) Fluidostatica e fluidodinamica

I fluidi: liquidi e aeriformi. La modellizzazione di fluido perfetto. Densità media e assoluta per un fluido, densità relativa. Pressione e unità di misura, sforzo di taglio. Equazione fondamentale della fluidostatica; la legge di Stevino; esperienza di Torricelli; il Principio di Pascal; andamento della pressione atmosferica con la quota; il principio di Archimede. Descrizione lagrangiana e euleriana per fluidi in movimento. Regime stazionario. Linea di flusso, tubo di flusso. Equazione di continuità per i fluidi in movimento: la portata. Teorema di Bernoulli (con dimostrazione).

Esercitazioni di Fluidostatica e fluidodinamica

TESTI DI RIFERIMENTO

1. R. Davidson *“Metodi matematici per un corso introduttivo di Fisica”* casa editrice EdiSES;
2. S. Focardi, I. Massa, A. Uguzzoni: *“Fisica Generale” Volume 1: Meccanica*, II edizione, casa editrice Ambrosiana;
3. S. Focardi, I. Massa, A. Uguzzoni: *“Fisica Generale” Volume 2: Termodinamica e Fluidi*, II edizione, casa editrice Ambrosiana;
4. P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci: *“Elementi di Fisica”* Meccanica e Termodinamica, II edizione, casa editrice EdiSES;
5. R. Bellotti, G.E. Bruno, G. Florio, N. Manna *“Esercizi di Fisica”* Meccanica e Termodinamica casa editrice Ambrosiana

Lo studente è comunque libero di scegliere qualsiasi altro testo di Fisica Generale 1 di livello universitario.

ALTRO MATERIALE DIDATTICO

<http://studium.unict.it/dokeos/2016/courses/72455C1/>

PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

Argomenti	Riferimenti testi
1 INTRODUZIONE: Il metodo scientifico, grandezze fisiche e unità di misura, notazione scientifica	
2 CALCOLO VETTORIALE: Scalari e vettori. Operazioni con i vettori.	
3 CINEMATICA DEL PUNTO MATERIALE: Sistemi di riferimento. Legge oraria, traiettoria, velocità, accelerazione. Moto rettilineo. Moto dei gravi. Moto del proiettile. Moto circolare.	
4 DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE: I principi fondamentali. La massa. Le forze: forza peso, forza di attrito, forza elastica, forza viscosa. Quantità di moto. Momento di una forza. Momento angolare. Lavoro. Energia cinetica e potenziale. Energia meccanica	
5 LE OSCILLAZIONI: moto oscillatorio armonico. Dinamica e energia dell'oscillatore armonico nel vuoto. Il pendolo semplice e isocronismo piccole oscillazioni.	
6 LEGGE DI GRAVITAZIONE UNIVERSALE: Leggi di Keplero. Legge di Gravitazione Universale. Energia potenziale e meccanica in campo gravitazionale. Velocità di fuga.	
7 DINAMICA SISTEMI DI PUNTI MATERIALI E CORPO RIGIDO: Centro di massa. Densità di massa. Teoremi centro di massa. Teoremi di Koenig. Momento di inerzia. Teorema di Huygens-Steiner. Equazioni cardinali dinamica. Moto roto-traslatorio.	
8 FLUDOSTATICA E FLUIDODINAMICA: Pressione. Legge di Stevino. Esperienza di Torricelli. Principio di Pascal. Principio di Archimede. Portata. Teorema di Bernoulli.	

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

- **1 prova scritta valutata in 30/30 con 5 esercizi su 5 argomenti del programma** (cinematica, dinamica del punto, energia e lavoro, gravitazione o corpi rigidi, fluidi) **il cui superamento determina l'accesso all'orale;**
- **1 prova orale inerente l'intero programma del corso.**

La prova scritta ha durata di 3 ore e durante tale prova non è consentito consultare libri o appunti. Lo studente potrà accedere alla prova orale solo se nella prova scritta consegue una votazione maggiore o uguale a 15/30.

Per la prova scritta sono fissati 2 appelli nel I periodo di sessione di esami, 2 appelli nel II periodo di sessione di esami e 2 appelli nel III periodo di sessione di esami.

Sono inoltre fissati 2 appelli di prolungamento riservati a studenti fuori corso e ripetenti al di fuori delle

sessioni suddette, generalmente nei mesi di aprile/maggio e novembre/dicembre.

Lo studente in corso può presentarsi a qualunque appello, previa prenotazione elettronica.

In caso di esito negativo (non superamento della prova scritta), egli potrà nuovamente sostenere l'esame scritto nell'appello o appelli successivi. In caso di esito positivo (superamento della prova scritta), lo studente potrà sostenere la prova orale entro la fine del periodo d'esami in cui ha sostenuto lo scritto o nelle sessioni di esame successive. Lo scritto sarà valido fino al termine dell'Anno Accademico di frequentazione dell'insegnamento ovvero fino all'inizio della I sessione di esami del successivo Anno Accademico .
