UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Physics I - T3

2021-1-E3001Q083-T3

Obiettivi

Fornire agli studenti conoscenze delle basi di meccanica classica, di termodinamica e, per gli studenti del CdL in Fisica, di relatività. Acquisire la capacita' di schematizzare un fenomeno per individuarne le leggi che lo governano. Acquisire la capacita' di identificare le leggi fisiche rilevanti per la risoluzione di diverse tipologie di esercizi.

Contenuti sintetici

Cinematica e dinamica del punto materiale, energia e lavoro delle forze.

Cinematica e dinamica dei sistemi di punti liberi o vincolati (corpo rigido).

Leggi di Keplero per il moto dei pianeti e legge di gravitazione di Newton.

Studio dei gas perfetti, primo e secondo principio della termodinamica, entropia.

Trasformazioni di Lorentz per tempo e spazio. Massa e energia in relatività.

Programma esteso

Il metodo sperimentale e la definizione operativa di grandezza. Sistemi di unita’ di misura, unita’ fondamentali, lunghezze, tempi, masse

Vettori:

Proprietà di uno spazio vettoriale, il vettore spostamento, somma, differenza e moltiplicazione di vettori, prodotto scalare e prodotto vettoriale fra vettori. Versori, componenti di un vettore.

Equazioni delle componenti per un cambio di base.

Cinematica del punto materiale:

Vettore posizione, e spostamento. Definizione di velocità istantanea e accelerazione. Caso monodimensionale: moto uniforme, moto uniformante accelerato.

Moto uniforme e uniformante accelerato in tre dimensioni con l'esempio del moto parabolico di un grave

Derivata di un vettore, derivata di un versore, rappresentazione intrinseca di velocità e accelerazione, accelerazione tangenziale e centripeta.

Coordinate polari.

Moto circolare, velocità e accelerazione angolare, accelerazione centripeta e tangenziale nel moto circolare. Moto circolare uniforme e uniformemente accelerato.

Ascissa curvilinea.

Moto armonico, caratteristiche del moto per x,v,a. Equazione differenziale del moto armonico.

Moti relativi (solo traslazione dell'origine), trasformazioni di Galileo per r,v,a fra O e O'. Principio di relatività di Galileo.

Il vettore velocita' angolare e descrizione del moto di un punto tramite la velocita' angolare.

Velocita' e accelerazioni in un sdr non inerziale (con rotazioni e traslazioni),

Descrizione dei termini di accelerazione di trascinamento e di Coriolis.

Dinamica del punto materiale:

I legge di Newton, sistemi di rif inerziali (sdri)

Concetto di interazione, definizione operativa statica di forza, osservazioni sperimentali su forze e accelerazioni che portano alla II legge di Newton.

Forze fondamentali e forze empiriche. Forza peso, forza normale (come vincolo al moto)

III legge di Newton

Forze di attrito statico e dinamico, il moto su un piano inclinato.

Forza viscosa F = -kv, equazione del moto .

Tensione di una fune ideale, esempio con la macchina di Atwood.

Descrizione del moto di un pendolo.

Forza elastica e molla ideale.

Lavoro di una forza, definizione con integrale curvilineo.

Relazione fra lavoro e energia cinetica.

Forze conservative, energia potenziale, energia meccanica.

Esempi per forza costante, forza peso, forza elastica.

F = - grad U, punti di equilibrio (stabile o instabile)

Descrizione della dinamica in sdr non inerziali: forze apparenti.

Definizione di impulso e quantità di moto, forza media.

Sistemi di punti materiali:

Definizione di centro di massa (CM) per un sistema di punti materiali e per un corpo continuo, quantità di

moto di un sistema e relazione con Forze

Momento angolare di un sistema, momento delle forze, relazione fra momento angolare e momento delle forze.

Momento angolare nel sdr del CM. Teorema di Koenig per il momento angolare.

Energia cinetica di un sistema di punti. Teorema di Koenig per l'energia cinetica.

Lavoro delle forze in un sistema di punti (esterne e interne). Energia potenziale

di un sistema di punti.

Descrizione del moto di un sistema di due corpi in assenza di forze esterne e massa ridotta.

Forze impulsive negli urti. Urti elastici e anelartici. Urti elastici nel sdr del CM, caso completo per urto in 1D, nel sdr del CM e del laboratorio

Dinamica per corpo rigidi

Definizione di corpo rigido e gradi di liberta di un corpo rigido.

Moto di traslazione, di rotazione attorno ad un asse fisso (RAF) o rototraslatorio.

Momento di inerzia. Energia cinetica e momento angolare (lungo asse di rotazione)

per RAF. Esempi con L non parallelo all'asse. Equazioni dinamiche per un corpo

rigido, lavoro delle forze nelle RAF.

Teorema di Huigens-Steiner.

Pendolo fisico.

Statica corpo rigido, leve

Effetto di un impulso su un corpo rigido libero o vincolato a RAF

Esempi di urti fra corpi rigidi.

Moto puro rotolamento, esempio corpo su piano inclinato.

Sistemi a massa variabile: esempio del razzo.

Oscillatore armonico

Equazione per un oscillatore armonico libero. Oscillatore armonico smorzato: equazione, soluzioni complesse, regime sovrasmorzato, sottosmorzato e smorzamento critico. Oscillatore smorzato con forzante armonica equazione e soluzione.

Oscillatore armonico smorzato con forzante armonica: potenza trasferita e risonanza.

Gravitazione

Leggi di Keplero, derivazione della legge di gravitazione di Newton

Legge di gravitazione di Newton, problema a due corpi.

Energia potenziale gravitazionale

Energia potenziale e traiettorie

Energia potenziale, cinetica e meccanica per orbite circolari

Forza ed energia potenziali per un corpo esteso.

Forza gravitazionale per una sfera omogenea

Esempio con determinazione della forza di marea per il sistema terra luna (e terra sole).

Derivazione delle equazioni delle orbite a partire dalla legge di Newton

Onde

Concetto di onda, onda progressiva e regressiva, equazione delle onde di D'Albert.

Onde sinusoidali. Onda su corda. Onde su una barra. Energia trasportata dalle onde. Potenza media per onde sinusoidali. Riflessione onde in corda su estremo vincolato o libero. Impedenza di un mezzo.

Riflessione e trasmissione all'interfaccia di due mezzi con Z diverse.

Onde di pressione nei gas. (esempio tromba). Intesita' onde acustiche (decibel).

Pendoli accoppiati, modi normali, energia nei modi normali.

Sovrapposizione di onde: onde stazionarie, esempio corda, interferenza, battimenti.

Onde in 3D(cenni), onde piane e sferiche.

Effetto Doppler e cono di Mach.

Termodinamica

Definizioni di sistema e ambiente, variabili termodinamiche, stati di equilibrio, trasformazioni termodinamiche, principio 0, grandezze termometriche e temperatura, termometro a gas ideali. Pressione.

Lavoro di un gas. Energia interna e primo principio della termodinamica. Definizione storica della caloria. Calorimetria, capacita' termica e calori specifici. Transizioni di fase e calori latenti.

Legge dei gas perfetti, Boyle, Gay-Lussac, equazione di stato. Lavoro (W) di un gas per trasformazioni isocore, isobare e isoterme (reversibili). Espansione libera di Joule e energia interna di un gas ideale. Relazione Cp=Cv + R. Equazione di una adiabatica reversibile.

Trasformazioni dei gas: Q, ?U, W per isocora, isobara, isoterma e adiabatica.

Trasformazioni cicliche, rendimento per cicli termici, coefficiente di prestazione e pompe di calore.

Secondo principio della termodinamica (Kelvin-Planck e Clausius), teorema di Carnot, temperatura termodinamica. Teorema di Clausius. Definizione di entropia.

Esempi notevoli : trasformazioni dei gas, variazioni di temperatura di solidi o liquidi, trasformazioni di fase.

Equazione di Clayperion.

Trasformazioni nel piano T-S.

Meccanismi di propagazione del calore: convezione, conduzione, irraggiamento.

Teoria cinetica dei gas, relazione fra T e velocità quadratica media e energia cinetica media per gas monoatomici,

Interpretazione dell'energia interna e C_V. Equipartizione dell'energia, legame fra

energia cinetica media e T per gas biatomici e poliatomici/solidi, cenno ad effetti quantistici.

Distribuzione di Maxwell-Boltzmann per la velocita' nei gas.

Interpretazione statistica dell'entropia (cenni)

La parte seguente e' parte del programma solo per il CdL in Fisica.

Fluidi

Definizione fluido, sforzi normali e sforzi di taglio, forze di volume.

Legge di Stevino, principio di Pascal. Legame tra pressione e forze di volume.

Caso delle forze conservative. Modifiche in un s.d.r non inerziale. (esempio

fluido in rotazione)

Principio di Archimende. Centro di spinta. Esempio in s.d.r non inerziale.

Fluidi ideali in movimento: equazione di Bernoulli.

Fluidi reali, viscosità, residenza idraulica, legge di Poiseuille, criterio di Reynolds

Relatività speciale

Leggi di Newton e invarianza per trasformazioni di Galileo, principio di relatività di Galileo.

Equazioni di Maxwell e incompatibilità con le trasformazioni di Galileo, teoria dell'etere, misura di Michelson-Morley. Principi di relatività (costanza di c), deduzione delle trasformazioni di Lorentz, tempo proprio e dilatazione dei tempi, contrazione delle lunghezze, effetto Doppler per le onde elettromagnetiche.

Principio di conservazione della quantità di moto, massa ed energia relativistiche. Conservazione di E e **p** in urti relativistici. Diagrammi spazio-tempo, separazioni tipo spazio e tipo tempo. Invarianti relativistici. Cenni al formalismo dei quadrivettori e metrica di Minkowski.

Prerequisiti

Conoscenze di matematica di base (risoluzione di equazioni e sistemi di equazioni).

E' utile una conoscenza basilare delle derivate e degli integrali.

Modalità didattica

Lezioni frontali ed esercitazioni

Materiale didattico

1. Mazzoldi, Nigro, Voci, Fisica 1, EdiSES (Meccanica e termodinamica)
2. Halliday, Resnick, Krane, Fisica 1, Ambrosiana
3. Per la parte di relatività : R.Resnik, Introduzione alla relatività ristretta

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Ottobre - Novembre: meccanica del punto (4 CFU)
Dicembre - Gennaio: sistemi di punti (4 CFU)
Marzo - Aprile: Onde meccaniche e termodinamica (4 CFU)

Maggio - Giugno: Meccanica dei fluidi e relatività speciale (4 CFU)

Al momento le lezioni si svolgono negli orari da calendario con una frazione di studenti in presenza.

Gli altri studenti possono seguire la lezione in diretta via Webex, seguendo i link sul sito e-learning.

La lezione e' anche registrata e la registrazione sara' disponibile tipicamente nella giornata della lezione.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

E' prevista una prova scritta e una prova orale dopo il superamento della prova scritta.

Il superamento della prova scritta permette di accedere all'orale. Il voto viene determinato all'orale,

l'esito degli scritti orienta l'orale ma l'esito finale non e' una media con pesi della prova orale e di quella scritta. La prova scritta consiste nella risoluzione di esercizi.

La prova scritta può essere sostituita da quattro prove in itinere, due a semestre. Gli studenti del CdL in Matematica che seguono solo i primi 12 crediti devono sostenere solo le prime tre prove parziali.
La prova scritta si intende superata se si otterrà un esito non insufficiente in 3/4 delle prove [o 2/3 delle prove per chi segue solo 12 crediti]. L'assenza conta come una prova non sufficiente.

Dopo il superamento della prova scritta e' possibile sostenere l'orale in qualsiasi appello, entro l'anno accademico. Il superamento della prova scritta rimane valido anche a seguito di un non superamento della prova orale.

Nella prova orale vengono valutate la conoscenza teorica degli argomenti del corso e la capacita' di interpretare e applicare i concetti appresi.

Vengono inoltre valutate la proprieta' di linguaggio, la chiarezza, la completezza e la prontezza nell'esposizione.

Gli orali vengono effettuati a partire dal giorno dello scritto e nei giorni successivi. Di norma dopo la data di chiusura dell'appello verra' comunicato un calendario con le convocazioni nei diversi giorni tramite e-learning.

Orario di ricevimento

Normalmente il docente e' disponibile per ricevimento nei giorni di lezione (dopo la lezione e nel pomeriggio).

La presenza e' tuttavia garantita sole se preventivamente concordata per mail o di persona a margine delle lezioni.