UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Physics I - T3

2526-1-E3005Q004-T3

Obiettivi

1. Conoscenza e capacità di comprensione
Al termine del corso si acquisiranno:
• Conoscenze approfondite dei concetti fondamentali della meccanica classica (punto materiale, sistemi di particelle, corpi rigidi), della termodinamica classica, della gravitazione, della fisica dei fluidi, e delle onde meccaniche e della relatività ristretta.
• Comprensione delle leggi fisiche e dei principi di conservazione alla base dei fenomeni osservabili.
• Familiarità con gli strumenti matematici e geometrici per la descrizione del moto, con particolare attenzione all'uso del formalismo vettoriale e delle trasformazioni di sistemi di riferimento.
2. Conoscenza e capacità di comprensione applicate
Si acquisiranno capacità di :
• Impostare e risolvere problemi fisici di meccanica e termodinamica utilizzando strumenti matematici appropriati, individuando le leggi della inerenti al caso in esame.
• Sviluppare modelli semplificati per descrivere fenomeni fisici complessi, valutando la validità delle approssimazioni utilizzate.
• affrontare problemi di relatività elementari (applicazione delle trasformazioni di Lorentz, collisioni di particelle, diagrammi spazio-tempo).
3. Autonomia di giudizio
Si sarà capaci di:
• Interpretare correttamente le previsioni teoriche e valutare i risultati numerici ottenuti nella risoluzione di problemi
4. Abilità comunicative
Si saprà:
• Esporre con chiarezza e precisione i concetti oggetto del corso, utilizzando correttamente il linguaggio scientifico e matematico.
• Presentare e argomentare in modo chiaro, ordinato e rigoroso la soluzione di esercizi, sia in forma scritta che orale.
5. Capacità di apprendimento
Verranno fornite:
• Le competenze metodologiche per affrontare lo studio degli insegnamenti degli anni successivi

• La capacità di consultare testi specialistici per approfondire in autonomia i concetti presentati durante le lezioni

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 corpi 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 CV. 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 Archimede. 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

Didattica erogativa con lezioni frontali ed esercitazioni.

Materiale didattico

- Mazzoldi, Nigro, Voci, Fisica 1, EdiSES (Meccanica e termodinamica).
- Halliday, Resnick, Krane, Fisica 1, Ambrosiana.
- 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).

Modalità di verifica del profitto e valutazione

È prevista una prova scritta e una prova orale dopo il superamento della prova scritta.
È possibile sostenere le prove scritte e orali in inglese.

Il voto viene determinato dalla prova orale: l'esito della prova scritta o delle prove in itinere orienta lo svolgimento della prova orale, ma l'esito finale non è una media pesata dei risultati della prova orale e della scritta.

Le prove scritte consistono in risoluzione di esercizi, durante la prova orale vengono valutate la conoscenza teorica degli argomenti trattati nel corso e la capacità di interpretare e applicare i concetti appresi. Vengono inoltre valutate la proprietà di linguaggio, la chiarezza, la completezza e la prontezza nell'esposizione.

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.

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.

L'esito finale non è una media con pesi degli esiti delle prove scritta e orale, ma viene determinato da una valutazione globale basata su:

- esattezza e precisione nella soluzione degli esercizi (prova scritta);
- conoscenza degli argomenti, capacità di applicarli a casi concreti, proprietà di linguaggio, chiarezza, completezza e prontezza nell’esposizione (prova orale).

Orario di ricevimento

Normalmente il docente e' sempre disponibile per ricevimento, la presenza e' tuttavia garantita sole se preventivamente concordata per mail o di persona a margine delle lezioni.

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | LAVORO DIGNITOSO E CRESCITA ECONOMICA | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE