

**PROGRAMMA dettagliato del corso di
COMPLEMENTI DI FISICA I
Laurea Specialistica in MATEMATICA**

**ANNO ACCADEMICO 2009-2010
Docente : A. Pompili**

1. GRAVITAZIONE UNIVERSALE

Introduzione alla dinamica classica; forze e reazioni vincolari. Primo principio e ruolo dell'attrito; visione aristotelica e visione galileiana. Classe dei sistemi di riferimento inerziali. Secondo Principio della dinamica. Terzo Principio della dinamica: validità e limiti. Massa inerziale. Quantità di moto, momento angolare e relative leggi di conservazione. Proprietà delle forze centrali. Leggi di Keplero. Legge di gravitazione universale; campo gravitazionale prodotto da una distribuzione cava di massa. Esperimento di Cavendish. Massa inerziale e massa gravitazionale; accelerazione di gravità e validazione dell'operazione di peso. Prime esperienze per verificare il principio di equivalenza (Galileo, Newton). Forze apparenti; forza centrifuga e di Coriolis. Esperimenti moderni di verifica del principio di equivalenza (Eotvos, Roll). Conservatività della forza gravitazionale; energia potenziale gravitazionale. Velocità di fuga dalla terra. Raggio dell'orbita dei satelliti geostazionari. Moto relativo di 2 corpi e massa ridotta; derivazione della terza legge di Keplero. Introduzione alla teoria del moto in campo centrale nel formalismo sia newtoniano che lagrangiano; equazione differenziale dell'orbita e soluzione. Equazione dell'orbita e relazione fra energia meccanica ed eccentricità. Richiami sulle coniche (ellisse, parabola, iperbole). Discussione relazione fra forma dell'orbita, energia totale e tipo di stato (stato legato o non legato e processo di urto). Dipendenza dei semiassi dell'orbita planetaria dagli integrali primi del moto. Ridiscussione energetica

dell'equazione dell'orbita e della sua soluzione; energia potenziale effettiva (gravitazionale+centrifuga).

2. RELATIVITA'

Richiamo delle equazioni di Maxwell e dell'equazione d'onda (D'Alembert). Problema della non covarianza delle equazioni di Maxwell e dell'equazione d'onda. Ipotesi dell'etere e rassegna degli esperimenti legati all'etere. Cenni sui fenomeni interferenziali ed introduzione all'interferometro di Michelson. Esperimento di Michelson-Morley. Cenni sull'esperimento di Fizeau. Aberrazione astronomica annuale. Principio di relativita' di Einstein e Postulato di costanza della velocita' della luce. Derivazione delle trasformazioni speciali di Lorentz (con metodo di sincronizzazione degli orologi di Einstein). Trasformazioni relativistiche della velocita'. Velocita' limite e velocita' invariante. Contrazione delle lunghezze. Dilatazione del tempo. Tempo di volo e tempo proprio; muoni dei raggi cosmici. Paradosso dei gemelli. Relativita' della simultaneita' di due eventi. Inversione dell'ordine temporale. Invarianza del rapporto di causa-effetto. La struttura dello spazio tempo; tetravettori covarianti e controvarianti; matrice delle trasformazioni di Lorentz; invarianza del prodotto scalare fra tetravettori. Intervalli *time-like*, *space-like* e *light-like*. Diagramma di Minkowski; *world line* e *forward/backward light cone*. Cenni di cinematica e dinamica relativistica; tetramomento, massa relativistica e massa a riposo; quantita' invarianti e quantita' che si conservano; modello del fotone.

3. FLUIDI

Fluidi reali ed ideali. Equazioni della statica dei fluidi; legge di Stevino ed applicazioni: principio di Pascal e pressa idraulica, apparato di Torricelli per la misura della pressione atmosferica. Dinamica dei fluidi e teorema di

Bernouilli. Applicazioni del teorema di Bernouilli: venturimetro e teorema di Torricelli.

4. TERMODINAMICA AVANZATA e MECCANICA STATISTICA

Modello della teoria cinetica dei gas. Richiami sui gas ideali e sull'energia interna, sul primo principio della termodinamica, i calori specifici e le capacita' termiche a $V=\text{cost}$ e $P=\text{cost}$. Gas ideali e gas reali ed espansione libera di Joule per un gas. Teoria cinetica dei gas: pressione cinetica e temperatura cinetica. Gas reali nel piano di Amagat. Discussione della deviazione del comportamento dei gas reali da quello ideale nei piani PV-P e P-V (curve di Andrews). Modello di gas di Van der Waals; equazione di stato dei gas reali e confronto con l'esperienza. Distribuzione di Maxwell delle velocita' delle particelle di un gas e conferma sperimentale (esperimenti di effusione). Introduzione alla meccanica statistica classica. Distribuzione di Boltzmann per un set discreto di stati energetici; funzione di partizione, energia media. Distribuzione di Boltzmann per un set continuo di stati energetici. Derivazione di $U=3/2NkT$ nell'ambito della statistica di Boltzmann applicata al gas ideale della teoria cinetica. Derivazione della distribuzione di Maxwell delle velocita' delle particelle del gas ideale della teoria cinetica nell'ambito della statistica di Boltzmann. Argomentazioni per $\beta=1/kT$: definizione di "temperatura statistica" e deduzione della $PV=nRT$ con $\beta=1/kT$. Cenni alla meccanica statistica quantistica (Fermi-Dirac, Bose-Einstein) e accordo con la statistica di Boltzmann ad alte temperature. Richiami su entropia ed irreversibilita'. Energia inutilizzabile ed entropia: esempi dell'espansione libera di un gas e del passaggio di calore da una sorgente calda ad una fredda. Esempio illustrativo su macrostato di equilibrio e microstati. Relazione fra probabilita' statistica, disordine ed entropia; equazione di Boltzmann. Entropia di un sistema in equilibrio che obbedisce alla statistica di Boltzmann. Caso del gas ideale: equazione di

Sackur-Tetrode ed esempio di sua applicazione nell'espansione libera di un gas. Teorema di equipartizione dell'energia; gradi di liberta' per un gas e predizione classica per le capacita' termiche. Cenni alla trattazione quantistica delle capacita' termiche dei gas.

5. INTRODUZIONE ALLA FISICA MODERNA

Problematica della radiazione di corpo nero. Cavita' isoterma; leggi di Stefan e Wien. Funzioni di Rayleigh-Jeans e Wien. Teoria di Planck e quantizzazione dell'energia dell'oscillatore classico. Problemi del modello atomico di Thomson. Esperimenti di diffusione di Rutherford: crisi del modello di Thomson e modello atomico di Rutherford. Scattering elastico classico e sezione d'urto differenziale. Difficolta' del modello atomico di Rutherford; modello atomico di Bohr. Esperimento di Franck ed Hertz. Effetto fotoelettrico, fallimento delle spiegazioni classiche; teoria di Einstein e conferma sperimentale di Millikan. Cenni all'effetto Compton.

Per ulteriori informazioni scrivere all'indirizzo e-mail:
pompili@ba.infn.it