



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

SCUOLA DI SCIENZE

Bollettino Notiziario

Anno Accademico 2014/2015

Laurea in Fisica

Curriculum: Corsi comuni

ANALISI MATEMATICA 3

(Titolare: Dott. PAOLO GUIOTTO)

Periodo: Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+24E; 8,00 CFU

Prerequisiti :

Calcolo differenziale in n variabili, calcolo integrale in una variabile, equazioni differenziali elementari, algebra lineare.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Capacità a risolvere problemi concernenti integrazione multipla ed equazioni differenziali non lineari. In particolare:

- calcolo di aree, volumi, aree di superficie curve, flussi di campi vettoriali;
- studio qualitativo di soluzioni di equazioni non lineari scalari, di sistemi vettoriali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso si basa su lezioni frontali in aula senza una separazione tra la teoria e gli esercizi ma, al contrario, mantenendo un continuo interscambio tra le due parti.

Sebbene non sia obbligatorio, è tuttavia opportuno seguire le lezioni per le quali comunque verrà utilizzato un tablet che permetterà, dopo ogni lezione, di pubblicare on line il materiale della lezione stessa così che lo studente possa confrontare con i propri eventuali appunti per chiarire meglio passaggi che non è riuscito a cogliere durante la lezione.

Si consiglia comunque di sfruttare i momenti di contatto col docente per chiedere eventuali chiarimenti e risolvere eventuali dubbi (intervalli delle lezioni, ricevimento studenti, mail, etc).

Contenuti :

1. Elementi di geometria differenziale --- concetto di varietà differenziale, sommersioni (vincoli) e immersioni (parametrizzazioni), spazio tangente, punti stazionari, teorema dei moltiplicatori di Lagrange.

2. Misura e Integrale alla Lebesgue --- nozione di misura esterna e sue principali proprietà; condizione di Caratheodory, misura di Lebesgue; insiemi a misura nulla, insieme di Cantor; proprietà di monotonia e fattorizzazione; funzioni misurabili; definizione di integrale secondo Lebesgue; connessione con l'integrale di Riemann nel caso unidimensionale; teorema di Fubini--Tonelli e formula di riduzione; cambio di variabili; esempi ed applicazioni; integrali particolari: baricentri, etc.; teorema di Pappo per i solidi di rotazione.

3. Misura e Integrale di superficie --- nozione di area e integrale di una superficie; invarianza per cambio di parametrizzazione; nozione di flusso; flusso uscente; teorema della divergenza e suoi corollari: teorema del gradiente, formula di Green e formula di Stokes; teorema di Gauss per i campi centrali e applicazione alle equazioni di Maxwell.

4. Equazioni Differenziali --- problema di Cauchy; esistenza ed unicità in grande ed in piccolo (teorema di Cauchy--Lipschitz); nozione di soluzione massimale: esistenza ed unicità, fuga dai compatti; lo studio qualitativo per le equazioni del primo ordine scalari; crescita sublineare; teorema di Peano nel caso di coefficienti continui; equazioni di Newton, energia del sistema e sue applicazioni; sistemi 2x2: nozione di integrale primo, orbita, ritratto in fase; sistemi lineari del primo ordine: struttura generale delle soluzioni, matrice esponenziale; equazioni di ordine n .

Modalità di esame :

L'esame si articola in due parti, entrambe scritte.

Prima parte (detta "SCRITTO"). La prova dura 3 ore e prevede la risoluzione di esercizi sul materiale del corso.

Seconda parte (detta "ORALE"). La prova dura 1,5 ore e prevede la risposta a quesiti sulla teoria che possono comprendere: definizioni (enunciare e illustrare il concetto); dimostrazioni di teoremi presentati a lezione; problemi non standard che prevedono l'utilizzo appropriato della teoria svolta.

REGOLE PRINCIPALI

1. Si è ammessi all'ORALE solo se si supera lo SCRITTO con voto ≥ 18 . In alcuni casi l'ammissione potrà avvenire anche con voto 16 o 17.

2. Per chi è ammesso con voto ≥ 18 , l'ORALE va effettuato nella medesima sessione dello scritto (appelli di gennaio-febbraio oppure luglio-agosto-settembre). Chi è ammesso con voto < 18 può sostenere l'ORALE esclusivamente nello stesso appello. In questo caso una delle domande dell'orale sarà un esercizio che se non correttamente risolto determina una soluzione negativa dell'esame.

3. Durante le prove è possibile ritirarsi. Se si è già superato lo SCRITTO e si vuole ripeterlo, ritirandosi si conserva il voto precedente; consegnando si perde il voto precedente, quale che sia l'esito della nuova prova. Ritirandosi durante la prova orale si può ripetere la prova in un appello successivo, nei limiti del punto 2.

4. A partire da quest'anno tutti gli studenti, compresi quelli degli anni precedenti, dovranno attenersi al programma e modalità d'esame previste per questo AA.

Ogni eventuale ulteriore regola verrà comunicata con largo anticipo dal docente.

Criteri di valutazione :

In generale si valuta soprattutto la comprensione e la padronanza della materia.

Nello SCRITTO il risultato numerico interessa relativamente ed eventuali errori di calcolo, purché evidentemente frutto di distrazione,

sono tollerati. Sono in particolare importanti la coerenza, la completezza ed il dettaglio nelle soluzioni dei problemi (dei risultati giusti non giustificati valgono come zero).

Nell'ORALE si valuta la comprensione della teoria, la capacità di saperla applicare a contesti non standardizzati (saper ricondurre un problema allo strumento appropriato). E' particolarmente importante capire le idee alla base delle dimostrazioni più che studiare a memoria le dimostrazioni stesse.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Sono disponibili le dispense del corso al link

<http://www.math.unipd.it/~parsifal/>

CAMPI ELETTROMAGNETICI

(Titolare: Prof. STEFANO GIUSTO)

Periodo: III anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Informazioni in lingua non trovate
Aule : Informazioni in lingua non trovate

Prerequisiti :

Fisica Generale II, Fisica Moderna, Istituzioni di Metodi Matematici, Istituzioni di Fisica Matematica

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso si propone di esporre l'elettromagnetismo classico come prototipo di una teoria relativistica, evidenziando le caratteristiche che la teoria ha in comune con le teorie di campo che descrivono le altre interazioni fondamentali. Dopo una sezione introduttiva (1), che richiama in particolare il formalismo covariante, la sezione (2) presenta una riformulazione delle leggi dell'elettromagnetismo attraverso il principio di minima azione. L'importanza di questo principio, che costituisce in particolare il punto di partenza per la quantizzazione di un sistema classico, deriva dalla sua validità generale: esso risulta applicabile a qualsiasi teoria fisica. Nella parte centrale del corso (3 - 8), a carattere più fenomenologico, si derivano le soluzioni esatte più significative delle equazioni dell'elettromagnetismo, descriventi la generazione e la propagazione delle onde, e se ne analizza l'energia irradiata in molte situazioni fisicamente rilevanti. La parte finale è rivolta ad un'analisi delle inconsistenze interne dell'elettromagnetismo classico (9), risolubili solo nell'ambito della Meccanica Quantistica, e a una possibile generalizzazione della teoria, riguardante i monopoli magnetici (10).

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni Frontali

Contenuti :

- 1) RICHIAMI DI RELATIVITÀ RISTRETTA. I postulati della relatività. Il gruppo di Lorentz e il calcolo tensoriale. Cinematica e dinamica relativistiche. Le equazioni del moto dell'elettromagnetismo classico in forma covariante e la loro natura distribuzionale. Leggi di conservazione e covarianza delle costanti del moto. I tensori energia-impulso e densità di momento angolare relativistico.
- 2) IL FORMALISMO DELLA TEORIA CLASSICA DEI CAMPI. Richiami ai metodi variazionali per un sistema a N gradi di libertà e per un sistema di campi relativistici. Località e invarianza di Lorentz. Teorema di Noether per una simmetria generale ed in particolare per il gruppo di Poincaré. Principio di minima azione per un sistema di particelle interagenti con il campo elettromagnetico. Il tensore energia-impulso dell'Elettrodinamica. L'invarianza di gauge.
- 3) ONDE ELETTROMAGNETICHE. L'equazione delle onde e il problema alle condizioni iniziali. I gradi di libertà. Soluzione generale delle equazioni di Maxwell nel vuoto. Onde piane, polarizzazione, elicità. Effetto Doppler relativistico. Guide d'onda. Cenni alle onde gravitazionali.
- 4) GENERAZIONE DI CAMPI ELETTROMAGNETICI. Il metodo della funzione di Green. La soluzione generale delle equazioni di Maxwell. I campi di Lienard-Wiechert. Campi di velocità e campi di accelerazione. Il campo di una carica in moto uniforme.
- 5) IRRAGGIAMENTO. Il campo elettromagnetico nella zona delle onde e sue proprietà. Radiazione ed emissione di quadrupolo. Distribuzione angolare. Sviluppo in multipoli. Potenza emessa in approssimazione di dipolo e limite non relativistico: formula di Larmor, radiazione dovuta all'interazione coulombiana, scattering Thomson e sezione d'urto di radiazione. Radiazione di quadrupolo e di dipolo magnetico.
- 6) IRRAGGIAMENTO RELATIVISTICO. Formula di Larmor relativistica. Perdita di energia per irraggiamento negli acceleratori circolari e lineari ad alte energie. Distribuzione angolare della radiazione nel limite ultrarelativistico.
- 7) ANALISI SPETTRALE. Analisi di Fourier della radiazione. Spettro discreto e spettro continuo. Frequenze dominanti a velocità piccole e a velocità ultrarelativistiche.
- 8) EFFETTO CERENKOV. Aspetti fenomenologici principali dell'effetto Cerenkov. Spiegazione teorica. Determinazione del campo di una particella con velocità superiore alla velocità della luce in un mezzo. Derivazione della formula di Frank e Tamm per la potenza emessa.
- 9) REAZIONE DI RADIAZIONE. Forze di frenamento e forza di autointerazione infinita. L'equazione di Dirac-Lorentz e la violazione della causalità. Limiti intrinseci di validità dell'Elettrodinamica classica.
- 10) MONOPOLI MAGNETICI. La dualità elettromagnetica. L'Elettrodinamica in presenza di particelle con cariche elettriche e magnetiche. La condizione di quantizzazione di Dirac.

Modalità di esame :

Orale

Criteri di valutazione :

Comprensione degli argomenti svolti a lezione, capacità di riprodurre le derivazioni dei risultati principali e di applicare i concetti appresi alla soluzione di problemi in modo autonomo.

Testi di riferimento :

K. Lechner, Elettrodinamica Classica. Milano: Springer-Verlag, 2014

L. Landau e E.M. Lifshitz, Fisica Teorica vol. 2: Teoria dei Campi. Roma: Editori Riuniti, 1976

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

K. Lechner, Elettrodinamica Classica, Springer.

Testi di approfondimento:

ELETRONICA ANALOGICA

(Titolare: Dott. GIANMARIA COLLAZUOL)

Periodo: III anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento: Informazioni in lingua non trovate
Aule: Informazioni in lingua non trovate

Prerequisiti:

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilita' da acquisire:

CONTENUTO NON PRESENTE

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti:

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalita' di esame:

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione:

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

CONTENUTO NON PRESENTE

FISICA GENERALE 2

(Titolare: Prof. FLAVIO TOIGO)

Periodo: Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 72A+60E; 14,00 CFU
Sede dell'insegnamento: Informazioni in lingua non trovate
Aule: Informazioni in lingua non trovate

Prerequisiti:

Fisica generale 1, Analisi matematica 1, Analisi matematica 2 e Geometria

Conoscenze e abilita' da acquisire:

In questo corso si studiano i fenomeni elettromagnetici, partendo dall'osservazione sperimentale per giungere alla formulazione di leggi. Le conoscenze da acquisire riguardano le metodologie sperimentali per lo studio dei fenomeni elettrici e magnetici, statici e dinamici e della teoria che permette la loro descrizione formale, fino alla formulazione delle equazioni di Maxwell sia nel vuoto che nella materia.

Tra i fenomeni elettromagnetici studiati, particolare attenzione sar  dedicata a quelli dell'ottica e quindi allo studio di onde e oscillazioni.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

L'insegnamento prevede lezioni frontali, con numerose dimostrazioni in Aula. Ove possibile, le lezioni sono integrate da filmati. La trattazione formale   corredata da esercizi illustrativi ed applicazioni.

Contenuti:

Legge di Coulomb. Sistema Internazionale di unita  di misura. Campo elettrostatico. Potenziale elettrostatico.

Legge di Gauss. Equazioni di Poisson e Laplace.

Dipolo elettrico. Approssimazione di dipolo per un sistema di cariche.

Propriet  dei conduttori in equilibrio. Schermo elettrostatico. Capacit ; condensatore ideale. Energia di un sistema di cariche. Energia del campo elettrostatico.

Dielettrici. Costante dielettrica. Polarizzazione. Cariche di polarizzazione. Vettore spostamento elettrico. Cenni su interpretazione microscopica del comportamento dei dielettrici.

Correnti elettriche e densit  di corrente. Conservazione della carica. Legge di Ohm. Effetto Joule.

Generatori. Forza elettromotrice. Leggi di Kirchhoff. Cenni su superconduttivit .

Campo magnetico; forza di Lorentz. Moto di una carica in un campo magnetico. Frequenza di ciclotrone. Effetto Hall.

Seconda legge di Laplace. Legge di Biot-Savart. Legge della circuitazione di Ampere. Potenziale vettore. Prima legge di Laplace. Forze tra correnti. Momento di dipolo magnetico.

Induzione elettromagnetica. Legge di Faraday-Lenz. Mutua e auto-induttanza.

Circuiti a costanti concentrate. Soluzioni stazionarie di circuiti con f.e.m. alternata. Impedenza complessa.

Energia di un sistema di correnti. Propriet  magnetiche dei materiali. Vettore magnetizzazione. Correnti di magnetizzazione Vettore H.

Ferromagnetismo; curva di isteresi.

Cenni su interpretazione microscopica del comportamento magnetico dei materiali.

Moto oscillatorio. Sistemi con due o pi  gradi di libert . Oscillazioni di una corda tesa. Equazione delle onde. Onde armoniche.

Relazione di dispersione.

Cenni sull'analisi di Fourier.

Onde progressive. Mezzi dispersivi e non-dispersivi.

Riflessione delle onde. Impedenza caratteristica.

Legge di Ohm per circuiti in corrente alternata. Impedenza complessa. Risonanza in circuiti RLC.

Onde in tre dimensioni. Onde sonore. Intensit  delle onde sonore.

Equazioni di Maxwell. Densità e flusso di energia del campo elettromagnetico. Condizioni di raccordo sulla superficie di separazione tra due mezzi. Soluzioni delle equazioni di Maxwell in un mezzo omogeneo o in due mezzi omogenei diversi in contatto tramite una superficie piana.

Onde elettromagnetiche. Esperimento di Hertz.

Intensità delle onde elettromagnetiche. Campo di radiazione. Spettro delle onde e.m..

Propagazione degli impulsi. Velocità di gruppo. Misure della velocità della luce.

Riflessione e rifrazione della luce dalle equazioni di Maxwell. Leggi di Snell.

Absorbimento e indice di rifrazione complesso.

Interferenza e diffrazione. Principio di Huygens-Fresnel. Esperimento dei fori di Young. Coerenza spaziale e temporale. Interferenza con lamine sottili. Frange di uguale inclinazione e uguale spessore.

Reticolo di diffrazione. Potere risolutivo di un reticolo.

Diffrazione da una fenditura e da una apertura circolare. Potere risolutivo di una lente.

Diffrazione da molti centri disposti casualmente.

Potere risolutivo di uno strumento ottico. Criterio di Rayleigh.

Polarizzazione della luce: lineare, circolare, ellittica. Polarizzazione per riflessione (angolo di Brewster), per diffusione, per dicroismo.

Legge di Malus. Analizzatori.

Onde e.m. in mezzi non isotropi. Birifrangenza. Lamina a quarto d'onda.

Birifrangenza artificiale. Attività ottica.

Modalità di esame :

L'esame prevede sia una prova scritta che una orale, nella stessa sessione di esame. La prova scritta è propedeutica all'orale.

La prova scritta per l'ammissione all'orale nella sessione invernale (alla fine del I semestre), può essere sostituita dalle prove scritte parziali (compitini) durante il semestre

Criteri di valutazione :

Nella prova scritta lo studente deve mostrare la capacità di risolvere dei semplici problemi sugli argomenti svolti nel corso.

Nella prova orale lo studente deve mostrare la capacità di analizzare fenomeni elettromagnetici e la comprensione delle leggi fisiche che li descrivono.

Testi di riferimento :

A. Bettini, Elettromagnetismo. Bologna: Decibel-Zanichelli.,

A. Bettini, Le Onde e la Luce. Bologna: Decibel-Zanichelli,

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, Fisica, vol. 2 Seconda Edizione. Napoli: EdiSES,

FISICA MODERNA

(Titolare: Prof. PIERALBERTO MARCHETTI)

Periodo: Il anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+24E; 10,00 CFU

Prerequisiti :

Analisi Matematica I,II,II, Geometria, Fisica Generale I e II.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso illustra gli esperimenti e le considerazioni teoriche che hanno reso necessario il superamento della meccanica e dell'elettromagnetismo classico e l'introduzione della relatività ristretta e della meccanica quantistica. Nella prima parte si introdurrà la relatività ristretta spiegando le ragioni della sua formazione, la logica della sua struttura ed il carattere innovativo delle sue implicazioni.

Nella seconda parte si mostreranno le evidenze che hanno portato al concetto di quantizzazione e si introdurranno le basi della meccanica quantistica e della fisica atomica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali di teoria e esercizi

Contenuti :

Prima Parte: Relatività Ristretta Trasformazioni di Galileo. Relatività galileiana. Elettromagnetismo e relatività galileiana. Esperimento Michelson-Morely. I postulati della teoria della relatività ristretta. Osservatori e misure di spazio e tempo. Relatività della simultaneità. Trasformazioni di Lorentz. Diagrammi di Minkowski. Invarianza dell'intervallo spazio-temporale. Contrazione delle lunghezze.

Dilatazione dei tempi. Coni luce e causalità. Composizione delle velocità. Effetto Doppler. Paradosso dei gemelli. Quadrivettori. Gruppo di Poincaré e gruppo di Lorentz. Grandezze covarianti e controvarianti. Tensori quadridimensionali. Tensore metrico. Leggi di trasformazione dei campi. Quadrivelocità, quadri-impulso, quadriforza. Energia cinetica. Energia totale ed energia di massa. Equivalenza massa energia. Relazione tra momento ed energia. Particelle di massa nulla. Descrizione generale degli urti: urti elastici ed anelastici.

Invarianti cinematici. Urti a due corpi. Urti elastici. Decadimenti. Tensore elettromagnetico. Equazioni di Maxwell in forma covariante.

Trasformazioni dei campi elettromagnetici. Invarianti elettromagnetici. Particella carica in un campo elettrico e/o magnetico costanti.

Lagrangiana e principio variazionale per la derivazione delle equazioni del moto dell'elettrodinamica classica. Teorema di Noether e tensore energia-impulso.

Seconda parte: La crisi della fisica classica: effetto fotoelettrico e interpretazione di Einstein in termini di fotoni, onde di de Broglie e esperimento di Davison e Germer. Effetto Compton. Esperimento delle fenditure di Young con particelle classiche, onde classiche e particelle quantistiche, principio di indeterminazione di Heisenberg e conseguenti richieste per una teoria delle particelle quantistiche.

Descrizione matematica di una teoria fisica. Il problema del corpo nero: leggi di Stefan-Boltzmann e Wien, modello di Raleigh-Jeans, ipotesi di Planck. Radiazione cosmica di fondo. Spettri atomici. Formule di Balmer e Rydberg. Modello di Thompson. Esperimento di Rutherford. Modello di Bohr. Esperimento di Franck-Hertz. Legge di Mosley. Derivazione delle regole di commutazione canoniche di Heisenberg dalla formula di Planck.

Derivazione dell'equazione d'onda di Schrödinger stazionaria dall' analogia con la formulazione ondulatoria dell'ottica geometrica, l'equazione di Schrödinger per l'evoluzione temporale della funzione d'onda, l'equivalenza formalismo di Heisenberg, l'interpretazione statistica di Born. Autovalori ed autofunzioni. Valori di aspettazione. Particella in una buca di potenziale. Effetto tunnel. Quantizzazione del momento angolare. Spin. L'equazione d'onda per particelle, il principio di indistinguibilità delle particelle quantistiche, la conseguenza: statistiche bosoniche e fermioniche. Principio di esclusione di Pauli. Tavola periodica.

Modalità di esame :

Esame scritto e orale

Criteri di valutazione :

Verifica della comprensione della parte teorica del corso e della capacità di svolgere esercizi ad esso attinenti

Testi di riferimento :

A. Beiser, *Concepts of Modern Physics.* : Mc Graw Hill, 2003

V. Barone, *Relatività* TM. : Bollati Boringhieri, 2004

FLUIDODINAMICA

(Titolare: Prof. GIAMPAOLO MISTURA)

Periodo: III anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 32A+16E; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Informazioni in lingua non trovate
Aule : Informazioni in lingua non trovate

Prerequisiti :

Aver frequentato i corsi di Fisica Generale I e II e di Analisi.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso è finalizzato all'acquisizione delle conoscenze di base della dinamica dei fluidi newtoniani che posseggono inerzia e viscosità. Tramite continue analogie e confronti con le equazioni del campo elettromagnetico e con quelle dell'elasticità TM, permette inoltre di approfondire proprietà comuni dei mezzi continui.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali. Per meglio comprendere alcuni concetti fondamentali, durante il corso sono previste anche delle dimostrazioni in laboratorio e in video.

Contenuti :

Generalità sui fluidi. Validità ipotesi del continuo per un fluido. Proprietà fisiche dei fluidi: compressibilità, densità, viscosità. Fluidi newtoniani.

Descrizione del campo di velocità. Derivata materiale. Equazione di continuità. Funzione di corrente di un flusso a simmetria 2D.

Tensore degli sforzi di un fluido a riposo e in movimento. Equazione di Cauchy per un fluido. Equazione di Navier-Stokes per un fluido incompressibile e newtoniano. Condizione di non-scivolamento alla parete solida. Similitudine dinamica e numero di Reynolds

Soluzioni analitiche equazione di Navier-Stokes: flusso di un film liquido su un piano inclinato; flusso di Couette; flusso di Taylor-Couette e analisi della sua stabilità; flusso di Poiseuille in una condotta di sezione arbitraria; flusso di Poiseuille in una condotta a sezione circolare; stabilità flusso di Poiseuille; teoria della lubrificazione.

Moto oggetti in un fluido a bassi numeri di Reynolds: moto di una sfera, equazione di Stokes; moto di una sfera, equazione di Oseen; moto di un cilindro; moto cilindro per numeri di Reynolds compresi tra 1 e 100.

Equazione della vorticità. Teorema di Bernoulli. Equazione dello strato limite. Strato limite su una superficie piana. Soluzione di Blasius e coefficiente di resistenza. Metodo di von Karman. Separazione dello strato limite.

Forze viscosse esercitate da un fluido in moto su un oggetto. Forza di trascinamento, fattore di forma, resistenza viscosa. Coefficiente di trascinamento Cd. Variazione del Cd di un cilindro e di una sfera col numero di Reynolds. Regime supercritico e sue applicazioni nei giochi con palle.

Introduzione alla turbolenza. Caratteristiche del regime turbolento.

Equazioni del moto di un fluido ideale. Teorema di Kelvin. Equazione di Eulero. Equazione di Laplace per il potenziale velocità. Il principio di sovrapposizione. Unicità soluzioni equazione di Laplace. Moto di un cilindro in un fluido non viscoso. Effetto Magnus. Moto di una sfera in un fluido non viscoso.

La portanza agente su un profilo alare. Ipotesi di Zhukhovsky.

Fenomeni interfacciali tra due fluidi. Tensione superficiale. Equazione di Laplace. Adesione capillare. Angolo di contatto. Produzione di micro gocce.

Modalità di esame :

Esame orale.

Criteri di valutazione :

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sull'acquisizione dei concetti e delle metodologie proposte e sulla capacità di applicarle in modo autonomo e consapevole.

Testi di riferimento :

P.K. Kundu, I.M. Cohen e D.R. Dowling, *Fluid Mechanics.* Oxford: Academic Press, 2012

FONDAMENTI DI FISICA DEI PLASMI

(Titolare: Dott. GIANLUIGI SERIANNI)

Periodo: III anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Informazioni in lingua non trovate
Aule : Informazioni in lingua non trovate

Prerequisiti :

Analisi Matematica I, II, III, Fisica Generale II, Fisica Moderna

Conoscenze e abilità da acquisire :

fenomeni di base della fisica del plasma e metodi adoperati nella loro descrizione

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

lezioni frontali, inclusi esercizi

Contenuti :

Descrizione e principali proprietà di un plasma: frequenza di plasma e lunghezza di Debye; collisioni; diffusione e mobilità; moto delle particelle e di fluidi conduttori in campi elettrici e magnetici; interazione fra plasma e superfici materiali.

Scarica nei gas: scarica oscura; ionizzazione e deionizzazione; scarica a bagliore; scarica ad arco; scarica tipo corona; scarica capacitiva e induttiva (la sorgente degli iniettori di neutri).

Magnetoidrodinamica: deduzione delle equazioni descrittive; modello a fluido unico; confinamento del plasma; configurazioni di equilibrio magnetostatico lineari; cenni alla fusione termonucleare controllata nell'ambito del problema energetico.

Onde nei plasmi: cenni alle principali instabilità di plasma (kink e sausage); onde elettrostatiche; onde elettromagnetiche.

Diagnostica di plasma: strato di Debye e sonde di Langmuir; spettroscopia di plasma; trasmissione di onde nei plasmi; misura di campo magnetico; misure termomeccaniche

Modalità di esame :

Scritto ed orale

Criteri di valutazione :

comprensione delle differenze fra i vari tipi di scarica in gas; comprensione dei fenomeni che governano la dinamica di particelle cariche e di fluidi contenenti particelle cariche

Testi di riferimento :

Pucella, Gianluca; Segre, Sergio E, *Fisica dei plasmi* Gianluca Pucella, Sergio E. Segre. Bologna: Zanichelli, 2010

A. Buffa, L. Giudicotti, *Dispense di Fisica dei Plasmi*. Padova: Cortina, 2008

Raizer, Jurij P., *Gas discharge physics*. Berlin: Springer-Verlag, 1991

Lieberman, Micheal A.; Lichtenberg, Allan J., *Principles of Plasma Discharges and Materials Processing*, 2nd edition. New York: J. Wiley, 2005

Freidberg, Jeffrey P., *Ideal magnetohydrodynamics*. New York: London, Plenum Press, 1987

Roth, J. Reece, *Industrial Plasma Engineering*, vol. I. Bristol: Institute of Physics, 1995

F. F. Chen, *Plasma Physics and Controlled Fusion*, vol. 1. New York (USA): Plenum Press, 1984

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

fotocopie dei trasparenti adoperati dal docente;

appunti presi a lezione;

eventuale consultazione dei testi indicati (i testi di Raizer, Lieberman e Freidberg possono essere adoperati per approfondimento)

GEOMETRIA DIFFERENZIALE

(Titolare: Prof. FRANCESCO BOTTACIN) - Mutuato da: Laurea magistrale in Matematica (Ord. 2011)

Periodo: III anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 32A+16E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Conoscenze basilari di analisi matematica, algebra lineare, geometria euclidea e topologia.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Calcolo differenziale e integrale sulle varietà differenziabili.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali. Distribuzione di fogli di esercizi da risolvere per casa.

Contenuti :

Varietà differenziabili, sottovarietà, morfismi tra varietà.

Spazio tangente, il teorema di Frobenius.

Fibrati vettoriali: il fibrato tangente (campi di vettori), il fibrato cotangente (1-forme), fibrati tensoriali (campi tensoriali).

Forme differenziali. L'algebra esterna.

Integrazione di forme differenziali.

Il teorema di Stokes.

Connessioni su fibrati vettoriali, curvatura.

Metriche. Geometria (pseudo)riemanniana.

Gruppi e algebre di Lie (proprietà basilari).

Modalità di esame :

Prova scritta seguita da una prova orale.

Criteri di valutazione :

La valutazione del livello di apprendimento dello studente si basa sul risultato della prova scritta, integrata dalla valutazione ottenuta nella prova orale.

Testi di riferimento :

G. Gentili, F. Podesta', E. Vesentini, *Lezioni di Geometria Differenziale*. : Bollati Boringhieri, 1995

M. Abate, F. Tovena, *Geometria Differenziale*. : Unitext, Springer-Verlag Italia, 2011

INTRODUZIONE AI RILEVATORI DI PARTICELLE

(Titolare: Prof. DARIO BISELLO)

Periodo: III anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Informazioni in lingua non trovate
Aule : Informazioni in lingua non trovate

Prerequisiti :

Conoscenza dei fenomeni elettromagnetici, incluse onde elettromagnetiche.
Nozioni di base di relatività ristretta e di meccanica quantistica.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Principi e metodi di rivelazione di particelle e della radiazione elettromagnetica. Come si misurano posizione, energia, quantità di moto, e velocità. Tecniche di accelerazione di particelle cariche.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Durante il corso verranno presentati mediante lezioni frontali gli argomenti riportati nella sezione "contenuti". Gli argomenti affrontati verranno corredati da esempi ed esercizi per una migliore comprensione le modalità di applicazione dei concetti esposti.

Contenuti :

A. Descrizione dei fenomeni fisici considerati: introduzione sulle grandezze misurate negli esperimenti di fisica nucleare, subnucleare e astroparticellare. Perdita di energia di particelle cariche. La formula di Bethe-Block, discussione e applicazioni quantitative ai rivelatori. Identificazione di particelle.

Diffusione Colombiana multipla. Bremsstrahlung, lunghezza di radiazione, spettro della radiazione.

Interazioni fotoni-materia, coefficiente di assorbimento, effetto fotoelettrico, effetto Compton, produzione di coppie.

Radiazione Cerenkov. Cenni alla radiazione di transizione.

Interazioni nucleari.

Scintillazione nei materiali inorganici ed organici. Perdita di energia in un gas, diffusione, effetto di un campo elettrico, velocità di deriva, effetto di un campo magnetico. Perdita di energia in un semiconduttore.

B. Requisiti di rivelatori costruiti in base agli effetti descritti: contatori a scintillazione, contatori Cerenkov, contatori a ionizzazione.

Camere a fili proporzionali, camere a deriva e TPC. Tubi a streamer limitato, RPC. Rivelatori a semiconduttore. Cenni all'elettronica di trigger e di lettura.

Misura dell'energia e misura della quantità di moto. Struttura generale dei rivelatori attuali.

C. Gli acceleratori di particelle. Acceleratori elettrostatici. Acceleratori lineari. Ciclotrone. Il sincrotrone: stabilità trasversa, focalizzazione debole, oscillazioni di betatrone, matrici di trasporto, focalizzazione forte, quadrupoli e funzioni separate. Cenni all'emittanza, stabilità di fase, oscillazioni di sincrotrone, diagrammi di fase, struttura a pacchetti. Cenni alla radiazione di sincrotrone. Anelli di accumulazione: luminosità, accumulazione di antiprotoni, raffreddamento stocastico.

Modalità di esame :

Orale.

Criteri di valutazione :

Verranno valutati il livello di apprendimento degli argomenti in programma e la capacità di applicazione a casi pratici.

Testi di riferimento :

S. Tavernier, *Experimental Techniques in Nuclear and Particle Physics.* : Springer, 2010

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

E' a disposizione degli studenti copia delle trasparenze usate nel corso.

INTRODUZIONE ALLA GRAVITAZIONE RELATIVISTICA

(Titolare: Dott. JEAN-PIERRE ZENDRI)

Periodo: III anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 24A+24E; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Informazioni in lingua non trovate
Aule : Informazioni in lingua non trovate

Prerequisiti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilità da acquisire :

CONTENUTO NON PRESENTE

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalità di esame :

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione :

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

CONTENUTO NON PRESENTE

ISTITUZIONI DI FISICA DELLA MATERIA

(Titolare: Prof. ALBERTO CARNERA)

Periodo: III anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 32A+16E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Le nozioni necessarie per affrontare il corso sono fornite dagli insegnamenti di Fisica Generale I^A° e II^A°, Fisica Moderna e Istituzioni di Fisica Teorica.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Lo studente imparerà ad applicare la meccanica quantistica a sistemi fisici reali. In particolare si applicheranno sistematicamente metodi approssimati (in particolare la teoria delle perturbazioni) e si acquisirà la capacità di valutare il peso delle approssimazioni fatte. Scopo fondamentale del corso è la costruzione di modelli quantomeccanici in grado di spiegare aspetti fondamentali degli spettri di emissione e di assorbimento degli atomi, il legame molecolare e le principali proprietà dei solidi. Le previsioni dei modelli saranno sistematicamente confrontate con le evidenze sperimentali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed esercizi numerici.

Descrizione di alcuni classici esperimenti e metodiche sperimentali.

Contenuti :

- Lo spettro dell'atomo di Idrogeno

La struttura fondamentale dello spettro

La rimozione della degenerazione nello spettro

Le regole di selezione

- L'atomo di He

Generalità sul problema di sistemi a N particelle

Atomi a due elettroni

Funzioni d'onda di spin e principio di Pauli

Lo spettro dell'atomo di He

- Atomi a molti elettroni

La tavola periodica degli elementi

L'equazione di Schrödinger per gli atomi a molti elettroni

Approssimazione di campo centrale

Principio di esclusione e determinanti di Slater

Perturbazioni rispetto alla approssimazione di campo centrale

Accoppiamento L-S o di Russell-Saunders

Effetto Zeeman

- Struttura molecolare

La molecola biatomica e l'approssimazione di Born-Oppenheimer

La simmetria del problema

Cenni generali sulle strutture molecolari

il metodo

LCAO

5 La molecola H₂ neutra

Energia rotazionale e vibrazionale della molecola diatomica

L'oscillatore anarmonico

- I solidi cristallini

Il reticolo cristallino

Il reticolo reciproco

La diffrazione dei raggi X

Il reticolo con base e le regole di estinzione

- Proprietà elastiche e termiche dei solidi

Onde elastiche nei solidi

Il calore specifico dei solidi

Il calore specifico reticolare

Il calore specifico elettronico e il gas di Fermi

- Elettroni nei solidi cristallini

Elettroni liberi nel solido

Elettroni in un reticolo

Il teorema di Bloch

Conseguenze del teorema di Bloch

La dinamica degli elettroni di Bloch

Metalli, isolanti e semiconduttori

Modalità di esame :

Scritto e orale

Criteri di valutazione :

Si valuterà la capacità dello studente di comprendere le basi fisiche dei modelli proposti e l'ordine di grandezza delle energie in gioco nelle interazioni che essi descrivono.

Testi di riferimento :

C. Kittel, Introduzione alla Fisica dello Stato Solido. Milano: Casa Editrice Ambrosiana, 2008

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

A supporto dei testi consigliati saranno disponibili in rete le dispense del corso e le slides utilizzate nel corso delle lezioni.

ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA

(Titolare: Prof. FRANCESCO FASSO')

Periodo: Il anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 80A; 10,00 CFU

Prerequisiti :

Analisi 1,2,3. Geometria. Fisica 1.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Comprensione approfondita della meccanica classica in un quadro matematico rigoroso e dei formalismi lagrangiano e hamiltoniano.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali, con teoria ed esercizi. Indicazioni (generalmente a cadenza settimanale) sullo studio da compiere, su esercizi da svolgere, con domande di autoverifica dell'apprendimento.

Contenuti :

Scopo del corso e' l'approfondimento della meccanica classica in un quadro matematico rigoroso e l'introduzione in questo ambito del formalismo lagrangiano e hamiltoniano.

1. Teoria qualitativa equazioni differenziali: Flusso di un'equazione differenziale. Integrali primi e derivata di Lie. Linearizzazione attorno ad un equilibrio. Ritratti in fase di sistemi lineari e conservativi nel piano. Stabilità degli equilibri; teoremi di Lyapunov.

2. Sistemi vincolati: Vincoli olonomi; varietà delle configurazioni e coordinate lagrangiane. Vincoli ideali. Energia cinetica, forze ed energie potenziale in coordinate lagrangiane. Equazioni di Lagrange: deduzione e forma normale.

3. Meccanica Lagrangiana: Invarianza delle equazioni di Lagrange; Lagrangiane equivalenti. Conservazione dell'energia. Potenziali dipendenti dalle velocità: forze elettromagnetiche nel formalismo Lagrangiano. Equilibri e stabilità: teorema di Lagrange-Dirichlet. Linearizzazione e piccole oscillazioni; modi normali. Simmetrie ed integrali primi: teorema di Noether e riduzione alla Routh. Introduzione minima ai principi variazionali della meccanica: equazione di Euler-Lagrange, principio di Hamilton; geodetiche e moti vincolati.

4. Introduzione alla Meccanica Hamiltoniana: Trasformata di Legendre. Equazioni di Hamilton. Parentesi di Poisson. Trasformazioni canoniche. Conservazione del volume.

Modalità di esame :

Scritto, unico, con teoria ed esercizi.

Criteri di valutazione :

L'esame mira ad accertare la conoscenza della materia e la capacità di risolvere esercizi ad essa pertinenti.

Testi di riferimento :

F. Fasso', *Dispense per il corso di istituzioni di Fisica Matematica..* ; ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il contenuto del corso e' coperto interamente da dispense del docente, che verranno rese disponibili all'inizio del corso in forma cartacea o digitale.

Ottimi testi di consultazione sono:

V.I. Arnold, *Metodi Matematici della Meccanica Classica*, Editori Riuniti

G. Dell'Antonio, *Elementi di Meccanica. I: Meccanica Classica*, Liguori.

G. Gallavotti, *Meccanica Elementare*, Boringhieri.

A. Fasano, S. Marmi, B. Pelloni, *Analytical Mechanics: An Introduction* (Oxford Graduate Texts)

ISTITUZIONI DI FISICA NUCLEARE

(Titolare: Prof. ANDREA VITTURI)

Periodo: III anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+8E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilità da acquisire :

CONTENUTO NON PRESENTE

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalità di esame :

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione :

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

CONTENUTO NON PRESENTE

ISTITUZIONI DI FISICA TEORICA

*(Titolare: Prof. FERRUCCIO FERUGLIO)***Periodo:** III anno, 1 semestre**Indirizzo formativo:** Corsi comuni**Tipologie didattiche:** 56A+40E; 12,00 CFU**Prerequisiti :**

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilità da acquisire :

CONTENUTO NON PRESENTE

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalità di esame :

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione :

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

CONTENUTO NON PRESENTE

ISTITUZIONI DI METODI MATEMATICI

*(Titolare: Prof. LUCA MARTUCCI)***Periodo:** II anno, 2 semestre**Indirizzo formativo:** Corsi comuni**Tipologie didattiche:** 32A+24E; 6,00 CFU**Prerequisiti :**

Adeguate conoscenze dei contenuti dei corsi di analisi matematica.

In particolare, la teoria della misura di Lebesgue, svolta ad analisi III, \mathbb{R}^n considerata prerequisito.**Conoscenze e abilità da acquisire :**

Adeguate conoscenze dell'analisi complessa, della serie e della trasformata di Fourier, degli spazi Hilbert e della teoria delle distribuzioni.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali

Contenuti :

A. Funzioni analitiche

1. Condizioni di Cauchy-Riemann

2. Laplaciano su \mathbb{C} . Funzioni armoniche e analitiche. Determinazione di una funzione analitica dalla sua componente reale o immaginaria

3. Trasformazioni conformi e funzioni analitiche

4. Integrazioni su \mathbb{C} . Disuguaglianza di Darboux. Teorema di Cauchy. Teorema di Morera. Rappresentazione integrale di Cauchy. Teorema della media. Teorema di Liouville.

5. Studio delle serie nel campo complesso. Teorema di Weierstrass sulle serie.

6. Serie di Taylor. Serie di Laurent.

7. Zeri e poli di una funzione. Singolarità isolate. Singolarità essenziali isolate e non. Teoremi di Casorati-Weierstrass e di Picard sulle singolarità essenziali (enunciati). Punto all'infinito. Residui.

8. Teorema dei residui. Residuo all'infinito.

9. Funzioni intere, meromorfe e razionali. Indicatore logaritmico. Teorema fondamentale dell'algebra e residui della derivata logaritmica di polinomi. Principio dell'argomento e indice di avvolgimento.

10. Lemma di Jordan e sue applicazioni.

11. Integrazione nell'ambito della teoria dei residui, integrazione di funzioni trigonometriche, integrazioni riconducibili ad integrazioni gaussiane.

12. Parte principale di un integrale. La prescrizione epsilon. Rappresentazione integrale della funzione di Heavside.

B. Spazi L_p , serie di Fourier, spazi di Banach e di Hilbert

1. Spazi vettoriali infinito dimensionali. Notazione di Dirac. Prodotto scalare.

2. Funzioni quasi dappertutto nulle. Funzioni a quadrato sommabili.

3. Numerabilità dei sistemi O.N. in L_2 . Approssimazione in media e completezza.

4. Spazi di Banach. Equivalenza tra continuità e limitatezza dei funzionali lineari su spazi di Banach. Spazi L_p . Disuguaglianza di Holder.

5. Spazi pre-hilbertiani. Disuguaglianza di Schwarz. Spazi di Hilbert. Isomorfismi e operatori unitari. Sottospazi chiusi di spazi di Hilbert e loro ortogonali. Teorema della proiezione (enunciato).

6. Lemma di Riesz.

7. Sistemi completi in L_2 , polinomi ortogonali, formula di Rodriguez, polinomi di Jacobi, Gegenbauer, Legendre, Laguerre, Hermite.

C. Distribuzioni

1. Funzioni di prova, funzioni a supporto compatto. Lo spazio delle funzioni test di Schwartz S e delle distribuzioni temperate S' . Iniezioni di S e L_p in S' .

2. Distribuzioni temperate regolari. Trasformazioni lineari e loro azioni su S' . Derivata di una distribuzione.

3. Funzione di Heavside, delta di Dirac.

4. Spazio dei moltiplicatori.

5. Convoluzione.

6. Trasformata di Fourier. Teoremi di Fourier, Plancherel, Riemann-Lebesgue (enunciati).

7. Trasformata di Fourier di una convoluzione.

8. Funzioni di Green.

Modalità di esame :

Prova scritta e orale

Criteri di valutazione :

Lo studente deve dimostrare di conoscere la teoria e di saperla applicare alla risoluzione di esercizi.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

LABORATORIO DI FISICA

(Titolare: Prof. MAURIZIO MORANDO)

Periodo: III anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A+48L; 10,00 CFU

Prerequisiti :

Esperimentazioni di fisica I e II

Fisica I e II

Conoscenze e abilità da acquisire :

Messa a punto di un apparato per un esperimento.

Analisi critica risultati.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

lezioni teoriche introduttive.

Lavoro in laboratorio

Contenuti :

messa a punto degli apparati, acquisizione dati per i seguenti esperimenti:

1. spettroscopia ottica
2. Effetto zeeman
3. Verifica della legge dell'inverso del quadrato per una sorgente puntiforme, tramite la rivelazione di fotoni con un rivelatore al silicio
4. Verifica delle caratteristiche della legge del frenamento di particelle cariche con una camera a ionizzazione

Modalita' di esame :

relazioni ed esame orale

Criteri di valutazione :

50% valutazioni delle relazioni di laboratorio

50% valutazione dell'esame

Testi di riferimento :

Melissinos, *Experiments in Modern Physics.* : Academic Press, 2003

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense dalle lezioni introduttive e testi

MECCANICA ANALITICA

(Titolare: Prof. GIANCARLO BENETTIN)

Periodo: III anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Per gli studenti di Fisica: tutti gli argomenti del corso di Istituzioni di Fisica Matematica. Per gli studenti di Matematica: tutti gli argomenti del corso di Fisica Matematica.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Lo studente diventera' familiare con le basi della meccanica hamiltoniana e con alcune delle sue principali applicazioni fisiche. Acquisira' in particolare dimestichezza con i metodi perturbativi e con i principali risultati in questo campo, sempre con attenzione al loro significato fisico.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni cosiddette frontali, comprendenti teoria ed esercizi.

Contenuti :

Trasformazioni canoniche: nozione e proprietÃ caratteristiche; generazione di trasformazioni canoniche; trasformazioni dipendenti dal tempo e applicazioni.

Il corpo rigido: cinematica essenziale; il caso di Eulero-Poinsot; gli angoli di Eulero; il caso di Lagrange.

Sistemi hamiltoniani integrabili: nozione; le variabili di azione-angolo; il teorema di Liouville-Arnold; applicazione al moto centrale; applicazione al corpo rigido di Eulero-Poinsot; l'equazione di Hamilton-Jacobi.

Le basi della teoria Hamiltoniana delle perturbazioni: sistemi prossimi a sistemi integrabili; il principio della media e il ruolo delle risonanze; un passo perturbativo per sistemi isocroni perturbati; forme normali; sistemi anisocroni e loro caratteristiche geometriche, il modello dei rotatori; applicazione al corpo rigido: il modello classico della precessione degli equinozi.

Uno sguardo ai principali risultati moderni: la teoria KAM e la teoria di Nekhoroshev.

Invarianti adiabatici: nozione, esempi elementari, alcune applicazioni fisiche

Modalita' di esame :

Prova scritta, comprendente esercizi e teoria. La parte di teoria, a richiesta dello studente, si puo' svolgere in forma orale.

Criteri di valutazione :

Verifica delle conoscenze acquisite, con particolare attenzione al formarsi di una mentalita' critica e alla comprensione del legame tra struttura matematica e significato fisico degli argomenti di studio.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Sono sufficienti le dispense del docente disponibili in rete. Su richiesta dello studente saranno consigliati testi di approfondimento.

METODI COMPUTAZIONALI DELLA FISICA

(Titolare: Prof. ANTONIO TROVATO)

Periodo: III anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 32A+24E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Fisica I, Fisica II

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Metodi numerici applicati a problematiche di fisica classica e quantistica. Metodi numerici deterministici e stocastici. Scrittura di semplici programmi per la soluzione di problemi specifici di calcolo computazionale, valutazione ed interpretazione dei risultati ottenuti.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali in aula ed esercitazioni pratiche in aula informatica. Durante quest'ultime si approfondiranno e si metteranno in pratica metodologie introdotte in aula applicandole alla risoluzione di specifici problemi numerici.

Contenuti :

Introduzione. Soluzioni numeriche di equazioni differenziali ordinarie con il metodo di Eulero. Studio di alcuni problemi di meccanica.

Studi di moti oscillatori. Analisi degli schemi evolutivi per la soluzione di equazioni differenziali ordinarie: Eulero, Eulero-Cromer. Lo

schema Mid-Point e l'algoritmo di Eulero-Richardson. Gli schemi di Verlet e di Verlet delle Velocita'. I metodi di Runge-Kutta,

derivazione degli schemi al secondo ordine. Discussione dei metodi di Runge-Kutta di ordine m. Calcolo numerico di potenziali e campi

elettrici. Risoluzione dell'equazione di Laplace. Il metodo delle differenze finite. Il metodo di Jacobi per la soluzione dell'equazione di

Laplace. Equazioni differenziali alle derivate parziali: classificazione geometrica ed esempi: l'eq. delle onde, l'eq. della diffusione e l'eq.

di Poisson. Schemi risolutivi alle differenze finite: errori di troncamento, consistenza e stabilita'. Equazioni iperboliche (onde): i metodi

FTCS e di LAX. Il criterio di Courant-Friedrichs-Lewy. Lo schema staggered leapfrog. Equazioni paraboliche (diffusione): schema

esplicito FTCS, condizioni di convergenza. Lo schema implicito di Laasonen. Lo schema di Crank-Nicolson. Valutazioni numerica di

polinomi. Ricerca delle soluzioni numeriche di una funzione di variabile reale. I metodi della bisezione, Newton-Raphson e della

secante. Interpolazione ed estrapolazione di funzioni. I polinomi di Lagrange. Integrazioni numeriche: formule di Newton-Cotes (metodo dei trapezi e metodi di Simpson 1/3 e 3/8). Risoluzione di sistemi di equazioni lineari. Il metodo di eliminazione di Gauss-Jordan: forward elimination e backward substitution. Introduzione al pivoting parziale. Soluzioni di sistemi di matrici tri-diagonali. Metodi di Monte Carlo. La generazione di numeri casuali. I generatori LCG, Shift-Register e Lagged Fibonacci. Generazione di campioni statistici da distribuzioni di probabilit : il metodo della trasformazione inversa. Il metodo della composizione. Il metodo Acceptance/Rejection. Calcolo degli integrali definiti con metodi di Monte Carlo: Hit-or-Miss, sample-mean e Importance-Sampling (discussione dei metodi e valutazione della varianza). Risoluzione di equazioni differenziali ordinarie con pi  condizioni al contorno (boundary value problems). Lo shooting method e il metodo del rilassamento. Trasformate di Fourier: Fast Fourier Transform. Metodi di ottimizzazione deterministici: steepest descent e metodo dei gradienti coniugati, metodo dei semplici. Metodi di ottimizzazione stocastici: simulated annealing. Introduzione alla Dinamica Molecolare con esempi.

Modalit  di esame :

Prova orale.

Uno specifico esercizio numerico verra' assegnato ad ogni studente pochi giorni prima della prova orale.

Criteri di valutazione :

L'esercizio assegnato prima del colloquio orale mira a verificare la capacit  dello studente di risolvere un problema numerico specifico in maniera autonoma, mettendo in pratica le tecniche apprese durante il corso. La prova orale e' volta ad accertare l'acquisizione delle conoscenze di base dei metodi numerici utilizzati per affrontare problemi di Fisica e la capacit  di ragionamento e di comprensione da parte dello studente.

Testi di riferimento :

Nicholas J. Giordano, Hisao Nakanishi, Computational Physics. : ,

Harvey Gould, Jam Tobochnik, Wolfgang Christian, Introduction to Simulation Methods. : ,

William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery, Numerical Recipes. : ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Ulteriori indicazioni bibliografiche specifiche agli argomenti trattati saranno indicati durante lo svolgimento del corso.

PROGRAMMAZIONE AD OGGETTI E C++

(Titolare: Dott. PAOLO RONCHESE)

Periodo: III anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Elementi base di programmazione.

Elementi di linguaggio C.

Conoscenze e abilit  da acquisire :

Grammatica e sintassi del linguaggio C++.

Programmazione a oggetti. Disegno ed implementazione di programmi.

Attivit  di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali con dimostrazioni pratiche.

Esercitazioni in aula informatica.

Contenuti :

Rivisitazione degli elementi del linguaggio C e differenze con il C++.

Variabili, tipi ed operatori.

Controllo del flusso e cicli.

Funzioni, argomenti, passaggio per valore e per riferimento, ricorsione.

Puntatori, insiemi di variabili, riferimenti e variabili costanti.

Gestione dinamica della memoria.

Ingresso e uscita di dati.

Il preprocessore C/C++.

Specificatori di memoria e accessibilit , librerie.

Oggetti composti, strutture e classi.

Dati membro e funzioni membro, membri condivisi, operatori.

Spazi di nomi ed eccezioni.

Funzioni e classi template.

Libreria standard, contenitori ed algoritmi.

Ereditariet  e polimorfismo, classi base e classi derivate, funzioni virtuali.

Costrutti comuni.

Modalit  di esame :

Prove pratica durante il corso e discussione orale.

Criteri di valutazione :

Funzionalit , leggibilit  e mantenibilit  dei programmi scritti nelle esercitazioni.

Conoscenza del linguaggio e dei costrutti pi  comuni.

Testi di riferimento :

S.Prata, C++ Primer Plus. : Sams Publishing,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Materiale fornito dal docente.

PROVA FINALE

(Titolare: da definire)

Periodo: III anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: ; 10,00 CFU

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 2

(Titolare: Prof. MARCELLO LUNARDON)

Periodo: Il anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A+60L; 11,00 CFU

Prerequisiti :

- Prima parte - Statistica e Analisi Dati: Sperimentazione di Fisica 1
- Seconda parte - Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti, Ottica: Fisica Generale 1, Fisica Generale 2, Sperimentazione di Fisica 1 - Propedeuticit  : Sperimentazioni di Fisica 1 (solo frequenza), Sperimentazioni di Fisica 2 prima Parte (solo frequenza)

Conoscenze e abilita' da acquisire :

- Prima parte - Statistica e Analisi Dati: comprendere e saper utilizzare lo sviluppo in onde sinusoidali e la trasformazioni di Fourier e Laplace di funzioni generiche e caratteristiche come strumento per lo studio dei fenomeni fisici; saper analizzare dati con strumenti evoluti di analisi statistica in contesti scientifici di ricerca e sviluppo.
- Seconda parte - Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti, Ottica: realizzare circuiti elettrici elementari in corrente continua e alternata e riuscire a misurarne alcune grandezze caratteristiche. Apprendere metodi di misura ed analisi dei dati nel campo dell'ottica geometrica e ondulatoria.

Attivit  di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

- Prima parte - Statistica e Analisi Dati: Lezioni in aula sui contenuti dell'attivit  formativa.
- Seconda parte - Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti, Ottica: Lezioni in aula sui contenuti dell'attivit  formativa e attivit  in gruppo (generalmente 3 studenti) a cadenza settimanale con esecuzione in laboratorio di esperienze programmate e stesura di report finale (relazioni).

Contenuti :

- Prima parte - Statistica e Analisi Dati:
Funzioni di Heaviside e Dirac: propriet  formali ed applicazioni. Trasformata di Fourier: serie di Fourier ed integrale di Fourier; trasformata ed anti-trasformata di Fourier; esempi. Trasformata di Laplace: legame tra la trasformata di Fourier e la trasformata di Laplace; anti-trasformata di Laplace; soluzione di equazioni differenziali ordinarie con il metodo di Laplace.
PDF: Probability Density Function(s): Densit  Normale (richiami); Momenti, Funzione cumulativa, Funzione Caratteristica; Densit  Uniforme e Binomiale (richiami); Densit  di Poisson e t-Student; Correlazioni, coefficiente di Pearson. Likelihood e Teorema di Bayes: Funzione di Likelihood (richiami); Teorema di Bayes. Test di ipotesi e Test statistici: Intervalli di confidenza; p-value. Teorema di Cramer-Rao e Lemma di Neyman-Pearson.

- Seconda parte - Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti, Ottica:

Richiami di teoria dei circuiti in corrente continua e alternata ed elementi di teoria delle reti. Quadropoli e circuiti equivalenti. Circuiti RC e RLC in serie. Linee di trasmissione. Richiami di ottica geometrica. Distanza focale e aberrazioni. Richiami di ottica ondulatoria.

Diffrazione da una fenditura. Effetto Faraday. Prisma e reticolo.

Descrizione delle misure che saranno effettuate in laboratorio e della strumentazione che verr  utilizzata.

Esperienze in laboratorio:

- misure di resistenze in corrente continua.
- principio di funzionamento e uso dell'oscilloscopio;
- circuito RC in serie: tempo caratteristico e risposta in frequenza;
- circuito RLC in serie: oscillazioni smorzate e curva di risonanza;
- linee di trasmissione;
- misure della distanza focale di una lente;
- caratterizzazione di fenomeni di aberrazione;
- diffrazione e interferenza a 2,3,4 fenditure
- effetto Faraday
- Misura delle lunghezze d'onda della luce emessa da una sorgente multilinea attraverso uno spettroscopio a reticolo

- Misure di indice di rifrazione con un prisma ottico

Modalit  di esame :

La verifica di profitto   costituita da un giudizio complessivo comprendente la valutazione del modulo di Statistica e analisi dati (I), consistente in una prova orale, e quella del modulo di Laboratorio (II), consistente nelle relazioni scritte sulle esperienze di laboratorio, una prova scritta sui contenuti del modulo, e una prova tecnico-pratica sull'attivit  sperimentale in laboratorio.

Criteri di valutazione :

correttezza e completezza nell'esposizione dei contenuti proposti in sede di orale o di prova scritta; correttezza e adeguatezza nell'uso degli strumenti, nell'esecuzione delle misure e nell'analisi dei dati presi in laboratorio;

Testi di riferimento :

M. Loret, Teoria degli errori e fondamenti di statistica. <http://www.cdf.pd.infn.it/labo/> ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense; lucidi delle lezioni

STORIA DELLA FISICA

(Titolare: Prof. GIULIO PERUZZI)

Periodo: III anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Il corso Ã" rivolto a studenti del terzo anno provenienti da corsi di laurea molto diversi di area sia scientifica che umanistica e per questo non si richiedono requisiti specifici.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Il corso ha lâ€™TMobiettivo di presentare le principali idee che hanno dato origine alla scienza contemporanea, analizzando i mutamenti scientifici verificatisi nel periodo compreso tra la fine del Settecento e il Novecento. Particolare attenzione sarÃ dedicata agli sviluppi della fisica analizzati in parallelo agli sviluppi degli altri settori disciplinari. Uno degli obiettivi del corso Ã" quello di permettere allo studente di ricomporre in un quadro unitario le molteplici ma spesso frammentate nozioni apprese nei suoi studi universitari. Questo â€œsguardo al passatoâ€• â€œ come sosteneva giÃ il Lord Cancelliere quattro secoli fa â€œ Ã" essenziale per capire il presente e per orientare le ricerche future.

Anche in funzione di questo obiettivo, sulla base degli indicatori di Dublino, si cerca di stimolare, sia durante il corso sia nella stesura dell'elaborato finale:

1. le conoscenze e capacitÃ di comprensione, portandoli a un livello che includa anche la possibilitÃ di acquisire la conoscenza dell'origine di alcuni dei temi dâ€™TMavanguardia nel proprio campo di studi tramite lâ€™TMuso di libri di testo avanzati e di fonti primarie,;
2. l'applicazione delle conoscenze e delle capacitÃ in modo da arrivare a padroneggiare competenze adeguate sia per ideare e sostenere argomentazioni che per risolvere problemi nel proprio campo di studi;
3. l'autonomia di giudizio, intesa come capacitÃ di raccogliere e interpretare le informazioni utili a determinare scelte libere e consapevoli, includendo anche la riflessione su temi sociali, scientifici o etici a essi connessi;
4. l'abilitÃ comunicativa, e cioÃ il saper comunicare informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non specialisti;
5. la capacitÃ di utilizzare le conoscenze che vengono dalla storia del pensiero scientifico per i futuri livelli di apprendimento e lavorativi.

AttivitÃ di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Le lezioni sono eminentemente frontali. In alcuni casi vengono abbinata (con una breve introduzione a cura del docente) a seminari del tipo dei "Colloquia" del Dipartimento di Fisica e Astronomia. Un modo per correlare la storia della scienza con importanti sviluppi recenti.

A seconda della numerositÃ degli studenti si prevedono visite ai musei dell'Ateneo patavino.

Contenuti :

Il corso, dopo unâ€™TMintroduzione generale sul ruolo e il significato della storia della scienza, si articola in quattro sezioni. La prima illustra alcuni dei caratteri di quella che Ã" oggi nota come â€œrivoluzione scientificaâ€• soffermandosi sulla nascita dei vari settori scientifici moderni (astronomia, fisica, chimica, geologia, biologia). La seconda sezione tratta alcuni dei principali sviluppi della scienza nellâ€™TMOttocento, nei quali si evidenzia il fondamentale ruolo svolto dalla â€œfertilizzazione incrociata delle scienzeâ€•. La terza ricostruisce la storia del principio di relativitÃ e dei mutamenti nelle nozioni di spazio e tempo tra Ottocento e Novecento. La quarta sezione, infine, Ã" dedicata alla teoria dei quanti, dalla vecchia teoria dei quanti alla meccanica quantistica, e alle sue ricadute in altri settori della scienza, in particolare la chimica e la biologia.

ModalitÃ di esame :

La verifica dell'apprendimento prevede una breve discussione di un elaborato scritto che in 4/5 cartelle affronta un tema scelto dallo studente nell'ambito della storia della scienza tra Ottocento e Novecento. Questo si configura come un lavoro di rassegna basato su una ricerca bibliografica autonomamente svolta dallo studente.

Criteri di valutazione :

Tra i criteri di valutazione della preparazione dello studente rientrano:

1. la frequentazione delle lezioni;
2. la partecipazione alle discussioni sui singoli temi trattati;
3. la capacitÃ di una autonoma ricerca bibliografica per la stesura dell'elaborato finale che non si fermi alla generica ricerca di informazioni via internet, ma che comprenda anche l'uso della biblioteca e degli strumenti di ricerca bibliografica piÃ¹ avanzati messi a disposizione dal Centro di Ateneo delle Biblioteche.

Testi di riferimento :

Paolo Rossi (a cura di), Storia della Scienza Moderna e Contemporanea. Torino: UTET, 1988

Tullio Regge, Giulio Peruzzi, Spazio, tempo e universo. Passato, presente e futuro della teoria della relativitÃ . Torino: Bollati Boringhieri, 2005

Giulio Peruzzi (a cura di), Scienza e realtÃ . Riduzionismo e antiriduzionismo nelle scienze del Novecento. Milano: Bruno Mondadori, 2000

Giulio Peruzzi, Vortici e colori. Alle origini dell'opera di James Clerk Maxwell. Bari: Dedalo, 2010

Giulio Peruzzi, Niels Bohr. Dall'alba della fisica atomica alla big science. Milano: Le Scienze - collana "i grandi della scienza", 2001

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Nelle dispense, rese disponibili sulla piattaforma moodle, sono presenti ulteriori indicazioni bibliografiche relative alle varie parti del corso.

TECNICHE E STRUMENTI DI MISURA

(Titolare: Dott. GIOVANNI CARUGNO)

Periodo: III anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Informazioni in lingua non trovate
Aule : Informazioni in lingua non trovate

Prerequisiti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilità da acquisire :

CONTENUTO NON PRESENTE

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalità di esame :

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione :

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

CONTENUTO NON PRESENTE

TERMODINAMICA

(Titolare: Prof. ANTONIO SAGGION)

Periodo: III anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 32A+16E; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Informazioni in lingua non trovate
Aule : Informazioni in lingua non trovate

Prerequisiti :

Analisi Matematica I e II

Elementi di Chimica

Meccanica Newtoniana

Elettromagnetismo classico.

Elementi di mecc. statistica e di mecc. quantistica.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Per le conoscenze si faccia riferimento al riquadro in cui si è indicato il programma disciplinare.

Particolare rilevanza deve essere data sia alla comprensione dei principi che all'acquisizione della consapevolezza circa l'aumento del livello di complessità nel passaggio dallo studio degli stati di equilibrio a quello delle situazioni di non equilibrio.

Per sommi capi i punti principali sono:

i) I principi e la definizione dell'equazione fondamentale;

ii) La misura dell'entropia, lo studio dei gas e della legge degli stati corrispondenti (all'interno di quest'ultimo argomento sarà di fondamentale importanza una estesa conoscenza della fenomenologia).

iii) Come cambiano le funzioni di stato in presenza di campi esterni;

iv) Studio delle configurazioni di non equilibrio e dei processi (in approssimazione discontinua);

v) Interferenza tra processi diversi per situazioni vicine all'equilibrio;

vi) Stati stazionari e accoppiamento di stato stazionario;

vii) Generalizzazione ai sistemi continui; nuova definizione dei flussi e delle forze; linearità e applicazioni.

Per le abilità, lo studente deve sapere:

- operare in modo trasversale, nell'ambito della disciplina, dimostrando di saper stabilire collegamenti chiari e ben giustificati tra parti diverse

- Deve saper risolvere e affrontare situazioni problematiche chiuse e aperte, cioè operare scelte tra possibilità diverse ma precostituite (problemi a chiusi) oppure sapersi orientare in situazioni aperte (in cui la soluzione va costruita)

- Deve dimostrare consapevolezza sulle scelte scientifiche operate e ciò in riferimento a: analisi critica dei dati e affidabilità dei processi di misura, validazione dei modelli proposti e consapevolezza dei processi di generalizzazione che si compiono nella teoria.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali.

Discussioni docente-gruppo studenti su fuochi disciplinari espliciti e situazioni problematiche in cui si devono prospettare soluzioni (problem solving).

Didattica individualizzata (correzione, chiarimenti e approfondimenti).

Contenuti :

PROGRAMMA DI TERMODINAMICA

Prima parte : Termodinamica degli stati di equilibrio

- Sistemi macroscopici e sistemi microscopici

- Sistemi interagenti e sistemi isolati

- Stati di equilibrio.

- Equilibrio termico . Principio zero e la definizione di temperatura empirica. .

- Sistemi adiabatici. Sistemi chiusi.

- I Principi della Termodinamica

1. Primo principio: definizione di Energia (U) e di quantità di calore (Q).

2. Secondo principio: entropia e temperatura assoluta

- Sistemi discontinui come esempio paradigmatico di applicazione del secondo principio.

- Macchine termiche.

- Estensione del secondo Principio ai sistemi aperti.

- I potenziali termodinamici e il problema della stabilità degli stati di equilibrio
- Relazioni generali
- Definizione di \bar{I}_T e di \bar{I}_S . Def di \bar{I}_T . Relazione tra di \bar{I}_T e \bar{I}_S .
- Relazioni di Maxwell.
- Definizione di C_p e C_v e relazione tra loro.
- Dipendenza dell'entropia da V e da p .
- Terzo Principio
- Le proprietà dei gas.
- Misurabilità di T .
- Evidenza sperimentale sul primo coeff. del viriale.
- Equazioni delle adiabatiche
- Equazione di Van der Waals.
- Transizioni di fase
- Equilibrio di fase (solido-liquido , solido-vapore , liquido-vapore e altri casi come ad es. diversi stati di cristallizzazione \hat{e}).
- Eq. di Clapeyron ed esempi vari.
- Punti tripli.
- Legge degli stati corrispondenti.
- Strati superficiali
- Potenziali termodinamici negli strati superficiali. (qualcosa sulla tensione superficiale?). criteri di stabilità del vapore soprassaturo.
- Termodinamica in presenza di campi esterni
- Caso elettrostatico
- Caso magnetostatico
- Termodinamica della radiazione.

Seconda Parte: Processi irreversibili

- Approssimazione dei sistemi discontinui. Calcolo di produzioni di entropia in sistemi chiusi e in sistemi aperti.
- Reazioni chimiche: velocità e affinità.
- Flussi e forze generalizzati. Relazioni lineari tra flussi e forze.
- Esame della condizione di linearità nei casi della conduzione del calore e nel caso delle reazioni chimiche.
- Diverse possibili scelte di flussi e delle forze. Sistemi equivalenti.
- Relazioni di Onsager.
- Studio del decadimento delle fluttuazioni in un sistema in equilibrio.
- Effetti termomeccanici; effetti elettrocinetici. Calcolo degli effetti termomeccanici per gas di Knudsen.
- Stati stazionari. Minima produzione di entropia e stabilità degli stati stazionari. Accoppiamento di stato stazionario.
- Cenni alla Termodinamica non lineare dei processi irreversibili.

Terza Parte: Sistemi continui

- Equilibrio Termodinamico Locale. Riformulazione delle equazioni dell'energia e dell'entropia per sistemi continui.
- Produzione di entropia per unità di volume. Flussi e forze generalizzati.
- Relazione di Einstein tra coefficiente di mobilità e coefficiente di diffusione.

Modalità di esame :

Verifica orale della gestione dei contenuti disciplinari e della comunicazione.

Criteri di valutazione :

La fase di verifica e valutazione degli apprendimenti \hat{e} correlata , nei contenuti e nei metodi, a tutte le attività didattiche svolte durante il processo di insegnamento-apprendimento(vedi riquadro precedente).

La valutazione riguarda tutte le tematiche proposte e tiene conto di tutti gli obiettivi evidenziati nei riquadri corrispondenti.

A tal fine la verifica si articola come segue:

colloquio orale, volto a valutare la capacità di ragionamento e i progressi raggiunti nella chiarezza, comprensione e nella proprietà di espressione dello studente nonché il monitoraggio della preparazione pregressa.

La valutazione in tal senso \hat{e} di tipo sommativo per l'accertamento dell'acquisizione di specifiche competenze.

Testi di riferimento :

I. Prigogine, Introduzione alla Termodinamica dei processi irreversibili.. Roma: Leonardo Edizioni Scientifiche, 1971

Guggenheim E. A., Termodinamica. Amsterdam: North Holland Publ. Comp., 1950

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Guggenheim E. A., 1950 , Termodinamica , North Holland Publ. Comp. . Amsterdam

I. Prigogine, 1971, Introduzione alla Termodinamica dei processi irreversibili.

Saggion A., M. Pierno, R. Faraldo, Termodinamica dei sistemi continui (dispense)