



Bollettino Notiziario - A.A. 2021/2022

LAUREA IN FISICA (ORD. 2014)

Curriculum: Corsi comuni

ANALISI MATEMATICA 1 (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof. DAVIDE BARILARI

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A+24E; 8,00

Prerequisiti:

Funzioni elementari reali (potenze, modulo, esponenziale, logaritmo, trigonometriche): principali proprietà, risoluzione di equazioni e disequazioni. Geometria analitica nel piano: rette, coniche in forma canonica, luoghi geometrici. Chi ha lacune al proposito può colmarle consultando il Mooc di Precalcolo presente sulla piattaforma EduOpen https://learn.edupen.org/edupenv2/course_details.php?courseid=109

Conoscenze e abilità da acquisire:

Nel corso si acquisiscono competenze e abilità del calcolo differenziale e integrale in una variabile. Conoscenze e abilità da acquisire: * Effettuare ragionamenti di base sulle proprietà topologiche della retta reale e sull'assioma di completezza * Calcolo su numeri complessi: forme trigonometriche, radici n-esime * Limiti e continuità: calcolo di limiti e studio della continuità di una funzione. Saper fare le dimostrazioni dei risultati fondamentali (teorema degli zeri, valori intermedi). * Calcolo differenziale: saper studiare la derivata di funzioni e padronanza dei risultati fondamentali del calcolo differenziale (legame tra derivata e monotonia, studio della convessità). Saper effettuare lo studio di una funzione. Applicare il calcolo differenziale al calcolo di limiti (formula di Taylor, l'Hopital) * Integrazione: saper integrare le funzioni elementarmente integrabili, utilizzare le tecniche di sostituzione e di integrazione per parti. Conoscere i metodi di integrazione delle funzioni razionali. Conoscere il significato dell'integrale (somme di Riemann, aree). Padronanza del teorema fondamentale del calcolo. * Equazioni differenziali. Acquisire le tecniche di risoluzione delle equazioni differenziali a variabili separabili, lineari del I ordine, lineari del secondo ordine a coefficienti costanti. Sapere il significato del problema di Cauchy.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

L'insegnamento consiste in lezioni frontali in classe presentate alla lavagna o con l'ausilio di tablet, in cui verranno discussi con rigore formale sia gli aspetti teorico-modellistici degli argomenti che gli esempi e gli esercizi su problemi pratici che illustrino l'applicazione della teoria e sviluppino capacità autonome di risoluzione dei problemi.

Contenuti:

INSIEMI NUMERICI. Teoria elementare degli insiemi. Gli interi: assiomi di Peano e principio di induzione. Numeri razionali. La retta reale, assioma di completezza, max e min, sup e inf. Densità dei razionali. Numeri complessi e radici complesse. Elementi di topologia della retta reale. FUNZIONI DI UNA VARIABILE REALE E LIMITI. Generalità sulle funzioni di variabile reale. Limiti di funzioni e loro proprietà. SUCCESSIONI DI NUMERI REALI. Successioni e insiemi numerabili. Limiti di successioni. Topologia della retta reale vs. successioni. Successioni monotone e ricorsive. CONTINUITA'. Continuità di funzioni reali. Teorema degli zeri e di Weierstrass. Funzioni uniformemente continue. DERIVATE E STUDIO DI FUNZIONE. Derivazione. Crescenza, teoremi classici. Regola di de l'Hopital. Derivate successive e convessità. Formula di Taylor. Studio di funzione: schema generale ed esercizi. INTEGRALI. Integrale di Riemann. Calcolo delle primitive e tecniche di integrazione. Area di zone limitate di piano. EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE DI BASE. Generalità. Problema di Cauchy e analisi a priori. Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili e lineari. Equazioni differenziali lineari: generalità, caso del secondo ordine a coefficienti costanti.

Modalità di esame:

L'esame consta in una prova scritta nella quale vengono proposti sia problemi di calcolo che problemi più teorici. Questi ultimi comprendono tra l'altro questioni sulla teoria generale presentata a lezione (tra cui definizioni, enunciati di teoremi e relative dimostrazioni).

Criteri di valutazione:

Verrà valutata la comprensione e la padronanza dei principali argomenti trattati nel corso: la correttezza nello svolgimento dei problemi, la conoscenza critica della teoria, la capacità di discutere e presentare le soluzioni degli esercizi, il rigore metodologico nella presentazione in particolare dei concetti teorici.

Testi di riferimento:

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Le lezioni seguiranno le presentazioni dei testi indicati come riferimento oppure il materiale aggiuntivo messo a disposizione dal docente sul sito moodle del Dipartimento di Fisica e Astronomia (<https://elearning.unipd.it/dfa/>). L'orario di ricevimento verrà fissato compatibilmente con gli orari dei corsi entro l'inizio dell'anno accademico e verrà pubblicato sulla pagina web del docente. Indicazioni sui testi consigliati per esercizi: P. Marcellini, C. Sbordone, Esercitazioni di Matematica voll. 1 e 2 G. De Marco, C. Mariconda, Esercizi di Analisi Uno, Decibel Zanichelli E. Giusti, Esercizi e complementi di Analisi Matematica 1, Bollati Boringhieri

ANALISI MATEMATICA 1 (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Prof. PIERPAOLO SORAVIA

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A+24E; 8,00

Prerequisiti:

Funzioni elementari reali (potenze, modulo, esponenziale, logaritmo, trigonometriche): principali proprietà, risoluzione di equazioni e disequazioni. Geometria analitica nel piano: rette, coniche in forma canonica, luoghi geometrici. Chi ha lacune al proposito può colmarle consultando il Mooc di Precalcolo presente sulla piattaforma EduOpen https://learn.eduopen.org/eduopenv2/course_details.php?courseid=109

Conoscenze e abilità da acquisire:

Nel corso si acquisiscono competenze e abilità del calcolo differenziale e integrale in una variabile. Conoscenze e abilità da acquisire: * Effettuare ragionamenti di base sulle proprietà topologiche della retta reale e sull'assioma di completezza * Calcolo su numeri complessi: forme trigonometriche, radici n-esime * Limiti e continuità: calcolo di limiti e studio della continuità di una funzione. Saper fare le dimostrazioni dei risultati fondamentali (teorema degli zeri, valori intermedi). * Calcolo differenziale: saper studiare la derivata di funzioni e padronanza dei risultati fondamentali del calcolo differenziale (legame tra derivata e monotonia, studio della convessità). Saper effettuare lo studio di una funzione. Applicare il calcolo differenziale al calcolo di limiti (formula di Taylor, l'Hopital) * Integrazione: saper integrare le funzioni elementarmente integrabili, utilizzare le tecniche di sostituzione e di integrazione per parti. Conoscere i metodi di integrazione delle funzioni razionali. Conoscere il significato dell'integrale (somme di Riemann, aree). Padronanza del teorema fondamentale del calcolo. * Equazioni differenziali. Acquisire le tecniche di risoluzione delle equazioni differenziali a variabili separabili, lineari del I ordine, lineari del secondo ordine a coefficienti costanti. Sapere il significato del problema di Cauchy.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

L'insegnamento consiste in lezioni frontali in classe presentate con l'ausilio di tablet in cui verranno discussi con rigore formale sia gli aspetti teorico-modellistici degli argomenti che gli esempi e gli esercizi su problemi pratici che illustrino l'applicazione della teoria e sviluppino capacità autonome di risoluzione dei problemi.

Contenuti:

INSIEMI NUMERICI. Teoria elementare degli insiemi. Gli interi: assiomi di Peano e principio di induzione. Numeri razionali. La retta reale, assioma di completezza, max e min, sup e inf. Densità dei razionali. Numeri complessi e radici complesse. Elementi di topologia della retta reale. FUNZIONI DI UNA VARIABILE REALE E LIMITI. Generalità sulle funzioni di variabile reale. Limiti di funzioni e loro proprietà. SUCCESSIONI DI NUMERI REALI. Successioni e insiemi numerabili. Limiti di successioni. Topologia della retta reale vs. successioni. Successioni monotone e ricorsive. CONTINUITA'. Continuità di funzioni reali. Teorema degli zeri e di Weierstrass. Funzioni uniformemente continue. DERIVATE E STUDIO DI FUNZIONE. Derivazione. Crescenza, teoremi classici. Regola di de l'Hopital. Derivate successive e convessità. Formula di Taylor. Studio di funzione: schema generale ed esercizi. INTEGRALI. Integrale di Riemann. Calcolo delle primitive e tecniche di integrazione. Area di zone limitate di piano. EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE DI BASE. Generalità. Problema di Cauchy e analisi a priori. Equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili e lineari. Equazioni differenziali lineari: generalità, caso del secondo ordine a coefficienti costanti.

Modalità di esame:

L'esame consta in una prova scritta nella quale vengono proposti sia problemi di calcolo che problemi più teorici. Questi ultimi comprendono tra l'altro questioni sulla teoria generale presentata a lezione (tra cui definizioni, enunciati di teoremi e relative dimostrazioni).

Criteri di valutazione:

Verrà valutata la comprensione e la padronanza dei principali argomenti trattati nel corso: la correttezza nello svolgimento dei problemi, la conoscenza critica della teoria, la capacità di discutere e presentare le soluzioni degli esercizi, il rigore metodologico nella presentazione in particolare dei concetti teorici.

Testi di riferimento:

Bertsch, Michiel; Roberta Dal Passo; Giacomelli, Lorenzo, Analisi matematica. Milano: McGraw Hill, 2015 Giusti, Enrico, Analisi matematica 1 Enrico Giusti. Torino: Bollati-Boringhieri, 2002

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Le lezioni seguiranno le presentazioni dei testi indicati come riferimento oppure il materiale aggiuntivo messo a disposizione dal docente. Gli appunti di lezione in formato pdf, eventuale materiale aggiuntivo, nonché il programma del corso saranno disponibili in rete al termine delle lezioni sul sito moodle del Dipartimento di Fisica e Astronomia (<https://elearning.unipd.it/dfa/>). L'orario di ricevimento verrà fissato compatibilmente con gli orari dei corsi entro l'inizio dell'anno accademico e verrà pubblicato sulla pagina web del docente. Indicazioni sui testi consigliati per esercizi: P. Marcellini, C. Sbordone, Esercitazioni di Matematica voll. 1 e 2 G. De Marco, C. Mariconda, Esercizi di Analisi Uno, Decibel Zanichelli

ANALISI MATEMATICA 2 (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof. MARCO ALESSANDRO CIRANT

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A+24E; 8,00

Prerequisiti:

Proramma del corso di Analisi 1 e di Geometria

Conoscenze e abilità da acquisire:

Apprendimento dei fondamenti di calcolo differenziale in piu' variabili

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni di teoria ed esercizi alla lavagna e/o tablet.

Contenuti:

1) Integrali generalizzati. Integrali impropri su intervallo illimitato: Teorema sulla convergenza assoluta. Teorema sulla convergenza di integrali di tipo oscillatorio. Integrali impropri di funzioni non limitate: criterio del confronto asintotico. 2) Serie. Serie numeriche: Vari criteri di convergenza. Successioni e serie di funzioni: convergenza uniforme. 3) Curve parametriche in \mathbb{R}^n . Curve in \mathbb{R}^n e curve regolari. Vettore tangente. Lunghezza di curve e curve rettificabili. Formula della lunghezza. Riparametrizzazione di curve e orientazione. Definizione e proprietà dell'integrale curvilineo. 4) Spazi metrici e normati. Spazio metrico e spazio normato. Disuguaglianza di Cauchy-Schwarz. Lo spazio $C([0,1];\mathbb{R}^n)$. Successioni in uno spazio metrico. Funzioni continue fra spazi metrici. Limiti in piu' variabili: esempi ed esercizi. Spazi metrici completi e spazi di Banach. \mathbb{R} ed \mathbb{R}^n sono completi con la distanza Euclidea. Convergenza puntuale e convergenza uniforme di successioni di funzioni. Cenno al teorema sullo scambio dei limiti. Teorema delle contrazioni. Insiemi aperti e chiusi in uno spazio metrico. Interno, chiusura e frontiera di un insieme. Caratterizzazione sequenziale della chiusura. Caratterizzazione topologia della continuita'. Spazi metrici e insiemi compatti. Teorema di Heine-Borel. L'immagine continua di un compatto e' compatta. Teorema di Weierstrass. Spazi e insiemi connessi. 5) Calcolo differenziale in \mathbb{R}^n . Derivate parziali e derivate direzionali. Matrice Jacobiana e gradiente. Richiami sulle trasformazioni lineari. Funzioni differenziabili e differenziale. Spazio tangente al grafico di funzione. Matrice Jacobiana. Le funzioni di classe C^1 sono differenziabili. Teorema sul differenziale della funzione composta. Derivate successive. Funzioni di classe C^∞ . Teorema di Schwarz. Formula di Taylor in piu' variabili. Matrice Hessiana. Richiami sulle forme quadratiche: matrici definite e semidefinite. Punti critici e punti di estremo locale. Condizione necessaria al primo ordine per i punti di estremo locale. Condizione necessaria al secondo ordine per i punti di estremo locale. Condizione sufficiente al secondo ordine per i punti di estremo locale stretto. Matrici simmetriche 2×2 definite positive e negative. Punti di sella. Cenni sulle funzioni convesse 6) 1-Forme differenziali. Forme chiuse ed esatte. Integrali di forme differenziali lungo curve. Teorema di Poincare'.

Modalità di esame:

L'esame prevede una prova scritta in cui lo studente deve risolvere problemi ed esercizi ed una prova orale in cui lo studente deve dimostrare di aver compreso gli argomenti (definizioni, teoremi e dimostrazioni) spiegati nel corso. Per accedere alla prova orale e' necessario superare quella scritta. Non sono previsti compitiini.

Criteri di valutazione:

1 - Capacita' di risolvere problemi ed esercizi sugli argomenti trattati nel corso. 2 - Capacita' di esporre in modo consapevole i contenuti teorici spiegati nel corso.

Testi di riferimento:

M. Bertsch, R. Dal Passo, L. Giacomelli, Analisi Matematica. : McGraw-Hill, Roberto Monti, Appunti del corso di Analisi 2. : , N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, Lezioni di Analisi Matematica 2. : Zanichelli, E. Giusti, Analisi Matematica 2. : Bollati Boringhieri,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

- Dispense del docente disponibili in rete. - Fogli di esercizi settimanali messi in rete.

ANALISI MATEMATICA 2 (INIZIALI COGNOME M-Z)
--

Titolare: Prof. ANDREA MARSON

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A+24E; 8,00

Prerequisiti:

Proramma del corso di Analisi 1 e di Geometria

Conoscenze e abilità da acquisire:

Apprendimento dei fondamenti di calcolo differenziale in piu' variabili

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni di teoria ed esercizi alla lavagna e/o tablet.

Contenuti:

1) Integrali generalizzati. Integrali impropri su intervallo illimitato: Teorema sulla convergenza assoluta. Teorema sulla convergenza di integrali di tipo oscillatorio. Integrali impropri di funzioni non limitate: criterio del confronto asintotico. 2) Serie. Serie numeriche: Vari criteri di convergenza. Successioni e serie di funzioni: convergenza uniforme. 3) Curve parametriche in \mathbb{R}^n . Curve in \mathbb{R}^n e curve regolari. Vettore tangente. Lunghezza di curve e curve rettificabili. Formula della lunghezza. Riparametrizzazione di curve e orientazione. Definizione e proprietà dell'integrale curvilineo. 4) Spazi metrici e normati. Spazio metrico e spazio normato. Disuguaglianza di Cauchy-Schwarz. Lo spazio $C([0,1];\mathbb{R}^n)$. Successioni in uno spazio metrico. Funzioni continue fra spazi metrici. Limiti in più variabili: esempi ed esercizi. Spazi metrici completi e spazi di Banach. \mathbb{R} ed \mathbb{R}^n sono completi con la distanza Euclidea. Convergenza puntuale e convergenza uniforme di successioni di funzioni. Cenno al teorema sullo scambio dei limiti. Teorema delle contrazioni. Insiemi aperti e chiusi in uno spazio metrico. Interno, chiusura e frontiera di un insieme. Caratterizzazione sequenziale della chiusura. Caratterizzazione topologia della continuità. Spazi metrici e insiemi compatti. Teorema di Heine-Borel. L'immagine continua di un compatto è compatta. Teorema di Weierstrass. Spazi e insiemi connessi. 5) Calcolo differenziale in \mathbb{R}^n . Derivate parziali e derivate direzionali. Matrice Jacobiana e gradiente. Richiami sulle trasformazioni lineari. Funzioni differenziabili e differenziale. Spazio tangente al grafico di funzione. Matrice Jacobiana. Le funzioni di classe C^1 sono differenziabili. Teorema sul differenziale della funzione composta. Derivate successive. Funzioni di classe C^∞ . Teorema di Schwarz. Formula di Taylor in più variabili. Matrice Hessiana. Richiami sulle forme quadratiche: matrici definite e semidefinite. Punti critici e punti di estremo locale. Condizione necessaria al primo ordine per i punti di estremo locale. Condizione necessaria al secondo ordine per i punti di estremo locale. Condizione sufficiente al secondo ordine per i punti di estremo locale stretto. Matrici simmetriche 2×2 definite positive e negative. Punti di sella. Cenni sulle funzioni convesse 6) 1-Forme differenziali. Forme chiuse ed esatte. Integrali di forme differenziali lungo curve. Teorema di Poincaré.

Modalità di esame:

L'esame prevede una prova scritta in cui lo studente deve risolvere problemi ed esercizi ed una prova orale in cui lo studente deve dimostrare di aver compreso gli argomenti (definizioni, teoremi e dimostrazioni) spiegati nel corso. Per accedere alla prova orale è necessario superare quella scritta. Non sono previsti compitiini.

Criteri di valutazione:

1 - Capacità di risolvere problemi ed esercizi sugli argomenti trattati nel corso. 2 - Capacità di esporre in modo consapevole i contenuti teorici spiegati nel corso.

Testi di riferimento:

E. Giusti, Analisi Matematica 2. : Bollati Boringhieri, Roberto Monti, Appunti del corso di Analisi 2. : , M. Bertsch, R. Dal Passo, L. Giacomelli, Analisi Matematica. : McGraw-Hill, N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, Lezioni di Analisi Matematica 2. : Zanichelli,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

- Dispense del docente disponibili in rete. - Fogli di esercizi settimanali messi in rete.

ANALISI MATEMATICA 3

Titolare: Dott. CORRADO MARASTONI

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A+24E; 8,00

Prerequisiti:

Analisi Matematica 1, Analisi Matematica 2, Geometria

Conoscenze e abilità da acquisire:

Scopo principale del corso (diretta continuazione di Analisi Matematica 1 e 2) è lo studio del calcolo integrale in più variabili reali e della teoria generale delle equazioni differenziali ordinarie.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali; pubblicazione di dispense di teoria ed esercizi nella pagina web. Per stimolare gli studenti alla pratica autonoma del materiale appreso, durante il corso vengono pubblicati vari test di autoverifica con esercizi, seguiti dopo qualche giorno dalla descrizione dettagliata dello svolgimento.

Contenuti:

Varietà differenziali, strutture tangenti, massimi e minimi vincolati. Forme differenziali lineari, campi vettoriali e loro integrazione. Integrazione alla Lebesgue negli spazi affini e sulle varietà. Teoremi classici sull'integrazione dei campi vettoriali (Green, rotore, divergenza). Teoria generale delle equazioni differenziali ordinarie; equazioni e sistemi differenziali lineari.

Modalità di esame:

Prova scritta, eventualmente seguita da prova orale facoltativa.

Criteri di valutazione:

Sarà valutata la capacità di affrontare e risolvere in modo autonomo, rapido e preciso i problemi proposti, applicando appropriatamente i concetti e le metodologie apprese durante il corso.

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Il testo di riferimento sono le note del docente, progressivamente pubblicate nella pagina web del corso. Si raccomanda tuttavia la frequenza assidua delle lezioni e la pratica costante delle esercitazioni sia nel corso delle lezioni che nel lavoro personale.

CAMPI ELETTROMAGNETICI

Titolare: Prof.ssa RAMONA GROEBER

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Fisica Generale 1 & 2 Fisica Moderna Istituzioni di Metodi Matematici

Conoscenze e abilità da acquisire:

Nel corso studiamo l'elettrodinamica come prototipo di una teoria dei campi relativistica sottolineando gli aspetti che la teoria dei campi classici ha in comune con altre teorie delle interazioni fondamentali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Frontale

Contenuti:

Parte 1: Basi concettuali 1.1 Richiamo di relatività ristretta (implicazioni delle equazioni Maxwell sulla teoria della relatività, postulati, trasformazione di Lorentz, calcolo tensoriale, cinematica e dinamica relativistica, gruppo di Lorentz) 1.2 Equazioni di Maxwell in forma covariante 1.3 Formalismo della teoria di campi (metodo variazionale, minima azione, Lagrangiana) 1.4 Teorema di Noether e Tensore energia-impulso Parte 2: Soluzioni delle equazioni di Maxwell Onde elettromagnetiche, confronto con le onde gravitazionali, carica in moto, effetto Cerenkov, potenza irradiata, diffusione Thomson, dipolo Parte 3: Argomenti avanzati Reazione di radiazione, campi vettoriali massivi, monopoli magnetici, elettrodinamica dell'assione

Modalità di esame:

Orale

Criteri di valutazione:

Livello di raggiungimento delle conoscenze e metodi da acquisire

Testi di riferimento:

Lechner, Kurt, Elettrodinamica classica. Milano: Springer, 2014 Jackson, John David, Elettrodinamica classica. Bologna: Zanichelli, 2001 Landau, Lev Davidovi?; Lifšic, Evgenij Mihajlovi?, Teoria dei campi (vol. 2). Roma: Editori Riuniti, Mosca, Mir, 1999

CHIMICA (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Dott. ANDREA VITTADINI

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Nozioni elementari di matematica.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Lo scopo del corso è di impartire le conoscenze di base necessarie a comprendere la natura dei legami chimici, prevedere le strutture molecolari, e a utilizzare le leggi che governano le reazioni chimiche.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Il corso consta di 48 ore di lezioni frontali.

Contenuti:

CONCETTI FONDAMENTALI. Fenomeni fisici e chimici. Stati di aggregazione della materia. Sistemi omogenei ed eterogenei. Elementi e composti chimici. ATOMI, MOLECOLE E IONI. Atomi. Molecole. Ioni. Masse relative degli atomi. Massa atomica. Massa assoluta degli atomi. Numero di Avogadro. Massa molecolare. STRUTTURA ATOMICA. I componenti degli atomi. La teoria quantistica. Distribuzione degli elettroni negli atomi. Numeri quantici. Principio di esclusione di Pauli. Regola della massima molteplicità di spin di Hund. Configurazioni elettroniche degli atomi. GLI ELEMENTI. Carattere periodico delle proprietà degli elementi. Il sistema periodico. Struttura elettronica degli elementi e costruzione della tavola periodica. FORMULE ED EQUAZIONI CHIMICHE. Formule. Formule minime. Composti binari e ternari. Nomenclatura. Rappresentazione delle reazioni mediante equazioni. Bilanciamento delle equazioni. IL LEGAME CHIMICO. Potenziale di ionizzazione. Affinità elettronica. Legame ionico. Energia reticolare. Legame covalente. Polarità del legame. Elettronegatività. Teoria del legame di valenza. Regola dell'ottetto. Strutture di Lewis. Formule di risonanza. Geometria molecolare. Metodo VSEPR. Polarità delle molecole. Interazioni intermolecolari. Legami ad idrogeno. Cenni su teorie del legame di valenza e dell'orbitale molecolare. PASSAGGI DI STATO. Tensione di vapore. Evaporazione. Ebollizione. Sublimazione. Diagrammi di stato. Punto triplo. Diagramma di stato dell'acqua e dell'anidride carbonica. SOLUZIONI. Processo di dissoluzione. Dissociazione elettrolitica. Solvatazione. Soluzioni acquose. Concentrazione. %, M, m. PROPRIETÀ COLLAGATIVE. Soluzioni. Abbassamento della tensione di vapore. Legge di Raoult. Innalzamento ebullioscopico e abbassamento crioscopico. Membrane semipermeabili. Pressione osmotica. CINETICA CHIMICA. Velocità di reazione. Influenza della temperatura. Cenni a Teoria delle collisioni. Energia di attivazione. Catalisi e catalizzatori. Ordine di reazione. EQUILIBRIO CHIMICO. Cenni di termodinamica chimica. Reversibilità delle reazioni chimiche. Legge di azione di massa. Principio dell'equilibrio mobile. Costante di equilibrio e sue espressioni. Kc e Kp. ACIDI E BASI. Acidi secondo Arrhenius, Brønsted-Lowry, Lewis. Coppie coniugate. Forza di acidi e basi. Costante di dissociazione. Equilibrio acido-base. Equilibri in soluzione acquosa. Prodotto ionico dell'acqua. La scala del pH. Neutralizzazione. Soluzioni tampone. Titolazioni. Acidi e basi mono e poliprotici. CONDUCTIBILITÀ ELETTROLITICA. Conduttori metallici ed elettrolitici. Dissociazione elettrolitica. Dissociazione e conducibilità. Diluizione e dissociazione. REAZIONI DI OSSIDO-RIDUZIONE. Ossidazione e riduzione. Numero di ossidazione degli elementi nei composti. Regole per il calcolo del numero di ossidazione. Bilanciamento stechiometrico delle reazioni di ossido-riduzione. ELETTROCHIMICA. Decorso chimico ed elettrochimico dei processi di ossido-riduzione. Semi-elementi. Pile. Forza elettromotrice. Potenziali standard. Elettrodi standard. Misura e calcolo della FEM delle celle galvaniche. Equazione di Nernst. Cenni su elettrolisi e corrosione. ELEMENTI E COMPOSTI. Chimica inorganica. Caratteristiche dei gruppi della tavola periodica. Cenni di chimica organica. Idrocarburi alifatici (saturi e insaturi) e aromatici. Principali gruppi funzionali e loro caratteristiche.

Modalità di esame:

L'esame si svolge in modalità scritta in uno degli appelli indicati su Uniweb.

Criteri di valutazione:

Lo studente sarà valutato sia sul livello delle sue conoscenze teoriche che sulle sue capacità di applicarle per risolvere semplici problemi chimici.

Testi di riferimento:

Petrucci, Ralph H., Chimica generale principi ed applicazioni moderne. Padova: Piccin, 2018 Kotz, John C., Chimica. Napoli: EdiSES, 2017

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Saranno messe a disposizione degli studenti le presentazioni powerpoint utilizzate durante la lezione.

CHIMICA (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Dott.ssa MARTA MARIA NATILE

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Nozioni elementari di matematica.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Lo scopo del corso è di impartire le conoscenze di base necessarie a comprendere la natura dei legami chimici, prevedere le strutture molecolari, e a utilizzare le leggi che governano le reazioni chimiche.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Il corso consta di 48 ore di lezioni frontali.

Contenuti:

CONCETTI FONDAMENTALI. Fenomeni fisici e chimici. Stati di aggregazione della materia. Sistemi omogenei ed eterogenei. Elementi e composti chimici. ATOMI, MOLECOLE E IONI. Atomi. Molecole. Ioni. Masse relative degli atomi. Massa atomica. Massa assoluta degli atomi. Numero di Avogadro. Massa molecolare. STRUTTURA ATOMICA. I componenti degli atomi. La teoria quantistica. Distribuzione degli elettroni negli atomi. Numeri quantici. Principio di esclusione di Pauli. Regola della massima molteplicità di spin di Hund. Configurazioni elettroniche degli atomi. GLI ELEMENTI. Carattere periodico delle proprietà degli elementi. Il sistema periodico. Struttura elettronica degli elementi e costruzione della tavola periodica. FORMULE ED EQUAZIONI CHIMICHE. Formule. Formule minime. Composti binari e ternari. Nomenclatura. Rappresentazione delle reazioni mediante equazioni. Bilanciamento delle equazioni. IL LEGAME CHIMICO. Potenziale di ionizzazione. Affinità elettronica. Legame ionico. Energia reticolare. Legame covalente. Polarità del legame. Elettronegatività. Teoria del legame di valenza. Regola dell'ottetto. Strutture di Lewis. Formule di risonanza. Geometria molecolare. Metodo VSEPR. Polarità delle molecole. Interazioni intermolecolari. Legami ad idrogeno. Cenni su teorie del legame di valenza e dell'orbitale molecolare. PASSAGGI DI STATO. Tensione di vapore. Evaporazione. Ebollizione. Sublimazione. Diagrammi di stato. Punto triplo. Diagramma di stato dell'acqua e dell'anidride carbonica. SOLUZIONI. Processo di dissoluzione. Dissociazione elettrolitica. Solvatazione. Soluzioni acquose. Concentrazione. %, M, m. PROPRIETÀ COLLAGATIVE. Soluzioni. Abbassamento della tensione di vapore. Legge di Raoult. Innalzamento ebullioscopico e abbassamento crioscopico. Membrane semipermeabili. Pressione osmotica. CINETICA CHIMICA. Velocità di reazione. Influenza della temperatura. Cenni a Teoria delle collisioni. Energia di attivazione. Catalisi e catalizzatori. Ordine di reazione. EQUILIBRIO CHIMICO. Cenni di termodinamica chimica. Reversibilità delle reazioni chimiche. Legge di azione di massa. Principio dell'equilibrio mobile. Costante di equilibrio e sue espressioni. K_c e K_p . ACIDI E BASI. Acidi secondo Arrhenius, Brønsted-Lowry, Lewis. Coppie coniugate. Forza di acidi e basi. Costante di dissociazione. Equilibrio acido-base. Equilibri in soluzione acquosa. Prodotto ionico dell'acqua. La scala del pH. Neutralizzazione. Soluzioni tampone. Titolazioni. Acidi e basi mono e poliprotici. CONDUCTIBILITÀ ELETTROLITICA. Conduttori metallici ed elettrolitici. Dissociazione elettrolitica. Dissociazione e conducibilità. Diluizione e dissociazione. REAZIONI DI OSSIDO-RIDUZIONE. Ossidazione e riduzione. Numero di ossidazione degli elementi nei composti. Regole per il calcolo del numero di ossidazione. Bilanciamento stechiometrico delle reazioni di ossido-riduzione. ELETTROCHIMICA. Decorso chimico ed elettrochimico dei processi di ossido-riduzione. Semi-elementi. Pile. Forza elettromotrice. Potenziali standard. Elettrodi standard. Misura e calcolo della FEM delle celle galvaniche. Equazione di Nernst. Cenni su elettrolisi e corrosione. ELEMENTI E COMPOSTI. Chimica inorganica. Caratteristiche dei gruppi della tavola periodica. Cenni di chimica organica. Idrocarburi alifatici (saturi e insaturi) e aromatici. Principali gruppi funzionali e loro caratteristiche.

Modalità di esame:

L'esame si svolge in modalità scritta in uno degli appelli indicati su Uniweb.

Criteri di valutazione:

Lo studente sarà valutato sia sul livello delle sue conoscenze teoriche che sulle sue capacità di applicarle per risolvere semplici problemi chimici.

Testi di riferimento:

Petrucci, Ralph H., Chimica generale principi ed applicazioni moderne. Padova: Piccin, 2018 Kotz John C., Chimica. Napoli: Edises, 2017

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Saranno messe a disposizione degli studenti le presentazioni powerpoint utilizzate durante la lezione.

ELETTRONICA ANALOGICA

Titolare: Prof. GIANMARIA COLLAZUOL

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Nessuno

Conoscenze e abilità da acquisire:

? Assimilazione dei fondamenti dell'elettronica analogica ? Capacità di decifrare un circuiti analogico individuandone i blocchi funzionali principali ? Capacità di comprendere e calcolare il comportamento approssimato dei principali blocchi di cui è composto un circuito ? Capacità di base nel disegnare

nuovi circuiti analogici

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali ed esercitazioni numeriche

Contenuti:

1. RICHIAMI STRUMENTI ANALISI CIRCUITI E TRATTAMENTO SEGNALE - Leggi Kirckhhooff, Thevenin, Norton, Miller - Sensori e Trasduttori: modellizzazione elettrica - Un teorema fondamentale: Ramo-Shockley - La funzione di trasferimento: dominio del tempo e delle frequenze - utilizzo pratico della trasformata di Laplace 2. DISPOSITIVI A SEMICONDUZIONE - DIODI - Richiami semiconduttori, la giunzione p-n - Diversi tipi di diodo - Diodo come raddrizzatore e rettificatore - Diodo come interruttore: effetti capacitivi - Principio translineare – relazione Gilbert 3. DISPOSITIVI A SEMICONDUZIONE - TRANSISTORS - funzionamento BJT, MOSFET, jFET - Modelli semplificati per piccoli e grandi segnali - Effetti capacitivi, comportamento in frequenza, commutazione e transienti - Transistors come interruttori - Transistors per l'amplificazione: i blocchi fondamentali (polarizzazione, generatori di corrente e specchi di corrente, configurazioni fondamentali con un transistor (EC,CC,BC), amplificatori e buffer di tensione e corrente, comportamento in frequenza, blocchi fondamentali a due transistors) 4. AMPLIFICATORI OPERAZIONALI - Introduzione ai vari tipi di operazionali - Operazionali ideali / non ideali (principali limitazioni) - Introduzione al feedback con OPA ideali - guadagno ideale e guadagno d'anello - comportamento di nodi e rami lungo il loop (ground virtuale) 5. FEEDBACK - Introduzione al feedback - configurazioni elementari invertente/non-invertente - benefici: stabilità, linearità, rumore, impedenze, banda - feedback negativo/positivo - Strumenti utili per analisi del feedback - metodi semplificati e teorema Blackman - classificazione ? feedback in corrente/tensione - Esempi dai più semplici ai più complessi - Amplificatori in tensione, corrente, transimpedenza, transconduttanza - Analisi di circuiti con feedback negativo - Feedback e comportamento in frequenza (criteri di stabilità, luogo delle radici) 6. CIRCUITI ANALOGICI FONDAMENTALI - LINEARI E NON LINEARI 7. CENNI A RUMORE E RECUPERO DEL SEGNALE

Modalità di esame:

Esame orale

Criteri di valutazione:

I criteri per la valutazione della prova orale tengono conto della correttezza dei contenuti, della chiarezza argomentativa e delle capacità di analisi critica e di rielaborazione

Testi di riferimento:

T.H.Wilmshurst, Analog Circuit techniques. : , A.Lacaita, Circuiti Elettronici. : ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Slides delle lezioni (vedere Moodle relativo al Corso)

FISICA GENERALE 1 (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof. GIULIO MONACO

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A+60E; 14,00

Prerequisiti:

Analisi Matematica I, Geometria. Analisi di funzioni; derivate ed integrali per funzioni con una variabile; equazioni differenziali lineari.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il metodo sperimentale, le leggi della meccanica del punto e dei corpi rigidi, le leggi della meccanica dei fluidi e della termodinamica

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Durante il corso, oltre alle lezioni di teoria e a quelle dedicate allo svolgimento di esercizi, sono previste una o due ore settimanali di tutorato, nelle quali vengono dibattuti argomenti o discussi esercizi segnalati dagli studenti.

Contenuti:

Grandezze fisiche, unità di lunghezza e di tempo. Dimensioni fisiche. Cinematica del punto: moto rettilineo, moto piano, moto circolare. Dinamica del punto: Massa inerziale; il concetto di forza, Le tre leggi di Newton. Cinematica e dinamica nei sistemi di riferimento accelerati. Forze di inerzia. Lavoro ed energia cinetica. Teorema dell'energia. Forze conservative. Energia potenziale. Moto armonico. Il sistema massa-molla. Quantità di moto. Impulso. Forze impulsive. I pendoli. L'oscillatore smorzato con attrito radente, con attrito viscoso. Risonanza. Proprietà elastiche dei solidi. Dinamica di sistemi di particelle: centro di massa. Q. di m. totale e sua conservazione. Momento angolare e delle forze per un punto materiale e per un sistema. Momento angolare intrinseco ed orbitale. Conservazione del momento angolare. Corpo rigido: Statica. Rotazione intorno ad un asse fisso. Urti tra corpi rigidi. Rotolamento. Rotazione intorno ad assi non di simmetria. Precessione. Giroscopio. Leggi di Keplero. La forza di gravitazione universale. Le orbite dei satelliti. L'esperienza di Cavendish. Moto nel sistema di riferimento terrestre. Statica dei fluidi. Dinamica dei fluidi. Viscosità; cenni alla resistenza di scia e vorticosità. Equilibrio termico, principio zero della termodinamica cenni alla temperatura. Termometro a gas. Equilibrio termodinamico; equazione di stato. Lavoro. Energia interna; calore. Primo principio della termodinamica. Calori specifici; calori latenti; trasmissione del calore. Gas ideali: espansione libera; energia interna. Relazione di Mayer, equazione di Poisson. Macchine termiche. Secondo principio della termodinamica Reversibilità. Ciclo di Carnot. Teorema di Carnot. Temperatura termodinamica. Teorema di Clausius. Entropia. Principio dell'aumento dell'entropia; entropia ed energia inutilizzabile. Proprietà dei fluidi reali. Equazione di Clapeyron. Teoria cinetica dei gas. Cenni all'interpretazione statistica dell'entropia.

Modalità di esame:

Prova scritta ed esame orale. Per la prova scritta, in alternativa ai normali appelli di esame sono previste prove di accertamento intermedie svolte durante il corso.

Criteri di valutazione:

Capacità di comprendere, risolvere e presentare la soluzione di problemi di fisica ispirati alle tematiche discusse durante il corso. Capacità di comprendere ed esporre gli elementi fondamentali del programma.

Testi di riferimento:

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, Fisica 1. : Edises, A. Bettini, Meccanica e termodinamica. : Zanichelli, F. Paccanoni, G. Zumerle, Fisica Generale 1 Raccolta di problemi di Meccanica e Termodinamica con soluzione guidata. : Libreria Progetto,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Sul sito <https://elearning.unipd.it/fisica/> sono presenti eventuali materiali non presenti nei testi di riferimento, le trasparenze usate a lezione, testi di esercizi relativi agli argomenti oggetto delle lezioni, proposti due volte a settimana, e relative soluzioni, esempi di prove di esame

FISICA GENERALE 1 (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Prof. ROBERTO CARLIN

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A+60E; 14,00

Prerequisiti:

Analisi Matematica I, Geometria. Analisi di funzioni; derivate ed integrali per funzioni con una variabile; equazioni differenziali lineari.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il metodo sperimentale, le leggi della meccanica del punto e dei corpi rigidi, le leggi della meccanica dei fluidi e della termodinamica

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Durante il corso, oltre alle lezioni di teoria e a quelle dedicate allo svolgimento di esercizi, sono previste una o due ore settimanali di tutorato, nelle quali vengono dibattuti argomenti o discussi esercizi segnalati dagli studenti.

Contenuti:

Grandezze fisiche, unità di lunghezza e di tempo. Dimensioni fisiche. Cinematica del punto: moto rettilineo, moto piano, moto circolare. Dinamica del punto: Massa inerziale; il concetto di forza, Le tre leggi di Newton. Cinematica e dinamica nei sistemi di riferimento accelerati. Forze di inerzia. Lavoro ed energia cinetica. Teorema dell'energia. Forze conservative. Energia potenziale. Moto armonico. Il sistema massa-molla. Quantità di moto. Impulso. Forze impulsive. I pendoli. L'oscillatore smorzato con attrito radente, con attrito viscoso. Risonanza. Proprietà elastiche dei solidi. Dinamica di sistemi di particelle: centro di massa. Q. di m. totale e sua conservazione. Momento angolare e delle forze per un punto materiale e per un sistema. Momento angolare intrinseco ed orbitale. Conservazione del momento angolare. Corpo rigido: Statica. Rotazione intorno ad un asse fisso. Urti tra corpi rigidi. Rotolamento. Rotazione intorno ad assi non di simmetria. Precessione. Giroscopio.. Leggi di Keplero. La forza di gravitazione universale. Le orbite dei satelliti. L'esperienza di Cavendish. Moto nel sistema di riferimento terrestre. Statica dei fluidi. Dinamica dei fluidi. Viscosità; cenni alla resistenza di scia e vorticosa. Equilibrio termico, principio zero della termodinamica cenni alla temperatura. Termometro a gas. Equilibrio termodinamico; equazione di stato. Lavoro. Energia interna; calore. Primo principio della termodinamica. Calori specifici; calori latenti; trasmissione del calore. Gas ideali: espansione libera; energia interna . Relazione di Mayer, equazione di Poisson. Macchine termiche. Secondo principio della termodinamica Reversibilità. Ciclo di Carnot. Teorema di Carnot. Temperatura termodinamica. Teorema di Clausius. Entropia. Principio dell'aumento dell'entropia; entropia ed energia inutilizzabile. Proprietà dei fluidi reali. Equazione di Clapeyron. Teoria cinetica dei gas. Cenni all'interpretazione statistica dell'entropia.

Modalità di esame:

Prova scritta ed esame orale. Per la prova scritta, in alternativa ai normali appelli di esame sono previste prove di accertamento intermedie svolte durante il corso.

Testi di riferimento:

F. Paccanoni, G. Zumerle, Fisica Generale 1 Raccolta di problemi di Meccanica e Termodinamica con soluzione guidata. : Libreria Progetto, A. Bettini, Meccanica e termodinamica. : Zanichelli, P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, Fisica 1. : Edises,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Sul sito <https://elearning.unipd.it/fisica/> saranno presenti alcuni testi di esercizi relativi agli argomenti oggetto delle lezioni e relative soluzioni, ed esempi di prove di esame

FISICA GENERALE 2 (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof. GIOVANNI Busetto

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A+60E; 14,00

Prerequisiti:

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

Conoscenze e abilità 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 sarà dedicata a quelli dell'ottica e quindi allo studio di onde e oscillazioni.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

L'insegnamento prevede lezioni frontali alla lavagna, con numerose dimostrazioni in Aula. La trattazione generale è corredata da esercizi illustrativi ed applicazioni.

Contenuti:

Legge di Coulomb. Sistema Internazionale di unità di misura. Campo elettrostatico. Potenziale elettrostatico. Legge di Gauss. Equazioni di Poisson e Laplace. Dipolo elettrico. Approssimazione di dipolo per un sistema di cariche. Proprietà dei conduttori in equilibrio. Schermo elettrostatico. Capacità: 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. Proprietà della carica elettrica. L'esperienza di Millikan e la quantizzazione della carica. Correnti elettriche e densità di corrente. Conservazione della carica. Legge di Ohm. Effetto Joule.

Generatori. Forza elettromotrice. Leggi di Kirchhoff. Cenni su superconduttività. 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. Legge di Ohm per circuiti in corrente alternata. Impedenza complessa. Risonanza in circuiti RLC. Equazione di Ampere-Maxwell; espressione finale delle equazioni di Maxwell. Il campo elettromagnetico. Energia di un sistema di correnti. Proprietà 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 più gradi di libertà. 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. Onde in tre dimensioni. Onde sonore. Intensità delle onde sonore. Onde elettromagnetiche come soluzioni delle equazioni di Maxwell. Scoperta delle onde elettromagnetiche: esperimento di Hertz. 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. 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. Intensità delle onde e.m. riflesse e rifratte. Formule di Fresnel. Propagazione della luce in un mezzo anisotropo; birifrangenza; lamine di ritardo. Polarizzazione per riflessione (angolo di Brewster), per diffusione, per dicroismo. Legge di Malus. Analizzatori. 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. Interferenza tra molte sorgenti. 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. Reticolo di diffrazione. Potere risolutivo di un reticolo.

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:

Gasparini U.; Margoni M.; Simonetto F., Fisica: elettromagnetismo e onde. Padova: Piccin, 2021 Bettini, Alessandro, Elettromagnetismo. Padova Bologna: Decibel Zanichelli, 1991 Bettini, Alessandro, Le onde e la luce. Padova Bologna: Decibel Zanichelli, 1993 Mazzoldi P.; Nigro M.; Voci C., Fisica Volume II, Elettromagnetismo - onde, seconda edizione. Napoli: Edises, 1998

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Sono disponibili dispense su argomenti specifici

FISICA GENERALE 2 (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Prof. FRANCO SIMONETTO

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A+60E; 14,00

Prerequisiti:

Fisica generale 1, Analisi Matematica 1 e 2, Geometria

Conoscenze e abilità 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 sarà dedicata a quelli dell'ottica e quindi allo studio di onde e oscillazioni.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

L'insegnamento prevede lezioni frontali alla lavagna, con numerose dimostrazioni in Aula. La trattazione generale è corredata da esercizi illustrativi ed applicazioni.

Contenuti:

Legge di Coulomb. Sistema Internazionale di unità di misura. Campo elettrostatico. Potenziale elettrostatico. Legge di Gauss. Equazioni di Poisson e Laplace. Dipolo elettrico. Approssimazione di dipolo per un sistema di cariche. Proprietà dei conduttori in equilibrio. Schermo elettrostatico. Capacità: 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. Proprietà della carica elettrica. L'esperienza di Millikan e la quantizzazione della carica. Correnti elettriche e densità di corrente. Conservazione della carica. Legge di Ohm. Effetto Joule. Generatori. Forza elettromotrice. Leggi di Kirchhoff. Cenni su superconduttività. 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. Legge di Ohm per circuiti in corrente alternata. Impedenza complessa. Risonanza in circuiti RLC. Equazione di Ampere-Maxwell; espressione finale delle equazioni di Maxwell. Il campo elettromagnetico. Energia di un sistema di correnti. Proprietà 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 più gradi di libertà. 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. Onde in tre dimensioni. Onde sonore. Intensità delle onde sonore. Onde elettromagnetiche come soluzioni delle equazioni di Maxwell. Scoperta delle onde elettromagnetiche: esperimento di Hertz. 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. 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. Assorbimento 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. Interferenza tra molte sorgenti. 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. Reticolo di diffrazione. Potere risolutivo di un reticolo. Polarizzazione della luce: lineare, circolare, ellittica. Polarizzazione per riflessione

(angolo di Brewster), per diffusione, per dicroismo. Legge di Malus. Analizzatori.

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:

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, Fisica, vol. 2 Seconda Edizione. Napoli: EdiSES, A. Bettini, Le Onde e la Luce. Bologna: Decibel-Zanichelli, U. Gasparini, M. Margoni, F. Simonetto, Fisica: Elettromagnetismo e Onde. Padova: Piccin, 2021 A. Bettini, Elettromagnetismo. Bologna: Decibel-Zanichelli.,

FISICA MODERNA (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof. STEFANO RIGOLIN

Periodo: Il anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A+16E; 8,00

Prerequisiti:

Analisi Matematica 1,2,3, Geometria, Fisica Generale 1 e 2.

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 galileana. Elettromagnetismo e relatività galileana. Esperimento di 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, quadri-forza. 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. Seconda parte: La crisi della fisica classica: effetto fotoelettrico e interpretazione di Einstein in termini di fotoni, onde di de Broglie e esperimento di Davisson 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. Il problema del corpo nero: leggi di Stefan-Boltzmann e Wien, modello di Raleigh-Jeans, ipotesi di Planck. Radiazione cosmica di fondo. Spettri atomici. Formula di Rydberg. Modello di Thompson. Esperimento di Rutherford. Modello di Bohr. Esperimento di Franck-Hertz. Legge di Mosley. Regole di commutazione canoniche di Heisenberg. Equazione d'onda di Schrödinger stazionaria, l'equazione di Schrödinger per l'evoluzione temporale della funzione d'onda, 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 più 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:

V. Barone, Relatività. : Bollati Boringhieri, 2004

FISICA MODERNA (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Prof. FLAVIO SENO

Periodo: Il anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A+16E; 8,00

Prerequisiti:

Analisi Matematica 1,2,3, Geometria, Fisica Generale 1 e 2.

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 di 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. Seconda parte: La crisi della fisica classica: effetto fotoelettrico e interpretazione di Einstein in termini di fotoni, onde di de Broglie e esperimento di Davisson 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. Il problema del corpo nero: leggi di Stefan-Boltzmann e Wien, modello di Raleigh-Jeans, ipotesi di Planck. Radiazione cosmica di fondo. Spettri atomici. Formula di Rydberg. Modello di Thompson. Esperimento di Rutherford. Modello di Bohr. Esperimento di Franck-Hertz. Legge di Mosley. Regole di commutazione canoniche di Heisenberg. Equazione d'onda di Schrödinger stazionaria, l'equazione di Schrödinger per l'evoluzione temporale della funzione d'onda, 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 più 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:

V. Barone, Relatività. : Bollati Boringhieri, 2004 A. Beiser, Concepts of Modern Physics. : Mc Graw Hill, 2003

FLUIDODINAMICA

Titolare: Prof. GIAMPAOLO MISTURA

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

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

Prerequisiti:

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

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso è finalizzato all'acquisizione delle conoscenze di base della dinamica dei fluidi newtoniani che presentano inerzia e viscosità. Tramite frequenti analogie e confronti con le equazioni del campo elettromagnetico e con quelle dell'elasticità, 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 Zhukhovskiy. 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, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

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

Conoscenze e abilità da acquisire:

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

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

diapositive; appunti durante la lezione

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; acceleratori di particelle di alta intensità. 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:

La modalità d'esame sarà resa nota all'inizio del corso.

Criteri di valutazione:

Livello di raggiungimento delle conoscenze da acquisire

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

fotocopie dei trasparenti adoperati dal docente. Testi di riferimento: F. F. Chen, Plasma Physics and Controlled Fusion, vol. I, Plenum Press, New York (USA), 1984; G. Pucella e S. E. Segre, Fisica dei plasmi, Zanichelli, 2010; J. Reece Roth, Industrial Plasma Engineering, vol. I, Institute of Physics Publishing, Bristol (UK), 1995; A. Buffa, L. Giudicotti, Dispense di Fisica dei Plasmi, Cortina, Padova, 2008. Per consultazione: Yu. P. Raizer, Gas Discharge Physics, Springer, Berlin (D), 1991; M. A. Lieberman e A. J. Lichtenberg, Principles of Plasma Discharges and Materials Processing, 2nd edition, Wiley, New York (USA), 2005; J. P. Freidberg, Ideal Magnetohydrodynamics, Plenum Press, New York (USA), 1987.

GEOMETRIA (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof.ssa CRISTIANA BERTOLIN Insegnamento non attivato per l'a.a 2021/2022

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A+16E; 8,00

Prerequisiti:

Nessuno

GEOMETRIA (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Prof. REMKE NANNE KLOOSTERMAN

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A+16E; 8,00

Prerequisiti:

Nessuno

Conoscenze e abilità da acquisire:

Conoscenza delle nozioni fondamentali della teoria degli spazi vettoriali e della teoria delle matrici. Conoscenza degli stretti legami che l'algebra lineare ha con la geometria.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali (50% del tempo) alternate con esercizi svolti in classe dal docente (rimanente 50% del tempo).

Contenuti:

Risoluzione di sistemi di equazioni lineari. Tecnica di eliminazione di Gauss. Calcolo di matrici, matrici invertibili. Rango di una matrice. Spazi vettoriali,

sottospazi, dipendenza lineare, basi. Dimensione di uno spazio vettoriale. Somma di spazi vettoriali, intersezione di spazi vettoriali. Mappe lineari. Nucleo e immagine di una mappa lineare. Matrice di una mappa lineare. Matrice di cambiamento base. Determinante di una matrice. Autovalori e autovettori di una mappa lineare. Matrici diagonalizzabili. Lo spazio dei vettori geometrici: prodotto scalare e sue proprietà, norma di un vettore, disuguaglianza di Schwarz. Forme quadratiche. Applicazioni bilineari simmetriche. Teorema spettrale per matrici simmetriche reali. Spazi affini e sottovarietà. Coordinate affini. Trasformazioni affini. Spazio euclideo. Isometrie. Sottovarietà parallele, incidenti, sghembe. Distanza, angoli. Volume di parallelepipedi: formule esplicite. Classificazione delle coniche.

Modalità di esame:

L'esame consiste di uno scritto contenente sia esercizi di calcolo che domande di teoria. E' previsto un esame orale esclusivamente per gli studenti che conseguiranno una valutazione superiore o uguale a 28. Sarà possibile sostituire il primo appello con il risultato dei due compitini (uno a metà corso, uno alla fine del corso).

Criteri di valutazione:

Conoscenza delle definizioni e degli enunciati dei teoremi principali. Capacità di svolgere gli esercizi nei quali si applica la teoria della algebra lineare. Capacità di mostrare risultati riguardanti spazi vettoriali.

Testi di riferimento:

Candilera, Maurizio; Bertapelle, Alessandra, Algebra lineare e primi elementi di geometria Maurizio Candilera, Alessandra Bertapelle. Milano: McGraw-Hill, ©2011, 0 Novelli, Carla, Esercizi di algebra lineare e geometria Carla Novelli. Bologna: Esculapio, 2016

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Il docente preparerà degli appunti, che saranno disponibili nella pagina moodle del corso.

GEOMETRIA DIFFERENZIALE

Titolare: Prof. PAOLO ROSSI

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

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

Prerequisiti:

Algebra lineare (spazi vettoriali, applicazioni lineari, funzionali lineari e dualità, prodotto tensoriale), Calcolo differenziale e integrale in una e più variabili. (Concetti di topologia generale saranno brevemente introdotti nel corso, ma averla vista prima aiuterebbe certamente).

Conoscenze e abilità da acquisire:

Padronanza del linguaggio e delle tecniche della geometria differenziale di base e capacità di applicarle a formulazione di modelli e risoluzione di problemi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali

Contenuti:

Prerequisiti di topologia generale (spazi topologici, mappe continue, intorni e spazi di Hausdorff, insiemi chiusi, compattezza, connessione, omeomorfismi, esempi), Omologia (simplessi, complessi simpliciali, omologia e applicazioni, caratteristica di Eulero), Varietà lisce (carte e atlanti, definizione, esempi), Mappe differenziabili, Vettori, 1-forme e tensori, Fibrati vettoriali e sezioni (fibrato tangente, cotangente, fibrati generali, sezioni, campi tensoriali), Mappe indotte (push-forward e pull-back), Sottovarietà (immersioni, immersioni iniettive e embedding), Flussi e gruppi ad un parametro di diffeomorfismi, Derivata di Lie, Forme differenziali (algebra esterna, k-forme, differenziale esterno, prodotto interno, coomologia di de Rham, lemma di Poincaré), Integrazione su varietà (orientazione, partizioni dell'unità, forme di volume), Omologia singolare su varietà (simplessi singolari, integrazione di k-forme su k-catene singolari, teorema di Stokes, dualità tra omologia e coomologia, dualità di Poincaré, anelli di coomologia), Geometria Riemanniana (tensori metrici, metriche indotte su sottovarietà) Connessioni affini (connessioni affini sul fibrato tangente, trasporto parallelo, geodetiche, derivata covariante, connessioni metriche e di Levi-Civita, curvatura e torsione, tensore di Ricci e curvatura scalare, identità di Bianchi, coordinate piatte, elementi di volume). Tempo permettendo: Teoria generale dei fibrati principali e vettoriali associati.

Modalità di esame:

L'esame consiste di uno scritto contenente sia esercizi di calcolo che domande di teoria. E' previsto un esame orale esclusivamente per gli studenti che conseguiranno una valutazione superiore o uguale a 28. Sarà possibile sostituire il primo appello con il risultato dei due compitini (uno a metà corso, uno alla fine del corso).

Criteri di valutazione:

Acquisizione delle nozioni, dei risultati e delle tecniche dimostrative. Abilità nell'applicarle alla modellizzazione e alla soluzione di semplici problemi.

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

J. Robbin, D. Salamon, "Introduction to Differential Geometry", available at: <https://people.math.ethz.ch/~salamon/PREPRINTS/diffgeo.pdf>

INTRODUZIONE ALLA GRAVITAZIONE RELATIVISTICA

Titolare: Dott. JEAN-PIERRE ZENDRI

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

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

Prerequisiti:

Fisica generale e Relatività speciale

Contenuti:

1. Ripasso relatività speciale in "ottica" geometrica. 2. Equazioni della geodetica e trasporto parallelo. 3. Principio di equivalenza di Einstein (EEP) • Formulazione WEB, LLI, LPI • Test sperimentali - Su masse macroscopiche (versione moderna esperimento Eotvos, caduta libera, esperimenti su satelliti STEP e Microscope e quinta forza). - Su masse microscopiche (mediante interferometria atomica). - Su antimateria (esperimento AEGIS). - Effetto Nordtvedt. - Test lorentz invariance (test su cavità ottiche). • Conseguenze - Deflessione della luce. - Red shift gravitazionale (Pound Rebcka e Gravity Probe A). - GPS. - Revisitazione del paradosso dei gemelli. - Teorie metriche della gravità. 4. Cenni sull'equazione di Einstein e la soluzione di Schwarzschild 5. Test sperimentali della relatività generale • Deflessione luce (esperimento di Eddington e versione moderna con array di radiotelescopi, VLBI). • Precessione di mercurio. • Effetto Shapiro e test con sonde Viking. • Cenni a parametri PPN 6. Gravità in azione • Lenti gravitazionali equazione della lente micro e macro lensing • Precessione della geodetica (esperimento Gravity Probe B) • Cenni buchi neri di Schwarzschild. 7. Onde gravitazionali • Equazioni di Einstein linearizzate e soluzione ad onda piana • Sorgenti ed approssimazione di quadrupolo • Effetti sulla materia e rivelatori - Frequenze ultrasbasse: effetti sulla CMB - Frequenze molto basse: pulsar timing - Frequenze basse: laser tracking dei satelliti e LISA - Frequenze audio: rivelatori terrestri (rivelatori risonanti, interferometria ottica e atomica). • Prime rivelazioni risultati ed interpretazioni. 8. Effetti gravitomagnetici - Effetto lense thirring (GPB, esperimento lares/lageos)

Modalità di esame:

Esame orale

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

INTRODUZIONE ALLA TEORIA QUANTISTICA DELL'INFORMAZIONE

Titolare: Prof. SIMONE MONTANGERO

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Il corso prevede conoscenze di base di meccanica quantistica, di analisi matematica e di geometria.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso ha le seguenti conoscenze e abilità attese: - Conoscenza di alcuni concetti avanzati di meccanica quantistica. - Conoscenza dei concetti di base della teoria dell'informazione quantistica. - Conoscenza dei principali protocolli delle tecnologie quantistiche. - Conoscenza delle varie possibili implementazioni sperimentali delle tecnologie quantistiche. - Capacità di analisi e comprensione delle correlazioni quantistiche e del loro possibile utilizzo.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali ed esercitazioni.

Contenuti:

Fondamenti: Bit quantistici e porte logiche quantistiche Matrice densità e canali quantistici Correlazioni quantistiche e disuguaglianze di Bell Misure di entanglement Misure quantistiche Misure senza interazione Teoria perturbativa dipendente dal tempo Effetto Zeno quantistico Metodo variazionale Simmetrie in meccanica quantistica Software quantistico: Teletrasporto quantistica Crittografia quantistica Comunicazione quantistica Algoritmi quantistici (Grover, Shor, QFT, etc.) Algoritmi quantistici a correzione di errore Simulazioni quantistiche Sensori quantistici Hardware quantistico: Fotoni e ottica quantistica Qubit superconduttori Atomi freddi Ioni intrappolati Centri colorati in diamanti Attività sperimentale (in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione): Disuguaglianze di Bell Generatore quantistico di numeri casuali

Modalità di esame:

L'esame si svolgerà tramite una prova orale.

Criteri di valutazione:

La verifica delle abilità e delle conoscenze acquisite sarà effettuata mediante una valutazione della: 0. Partecipazione attiva durante le lezioni frontali e le esercitazioni; 1. Completezza delle conoscenze acquisite; 2. Proprietà della terminologia tecnica; 3. Capacità di svolgere gli esercizi richiesti.

Testi di riferimento:

Benenti, Giuliano; Strini, Giuliano, Principles of quantum computation and information Giuliano Benenti and Giulio Casati, Giuliano Strini. New Jersey: , 0 Nielsen, Michael A.; Chuang, Isaac L., Quantum computation and quantum information Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang. Cambridge: Cambridge university press, 0

ISTITUZIONI DI FISICA DELLA MATERIA

Titolare: Prof.ssa CINZIA SADA

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

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

Prerequisiti:

Fisica Generale I e II, Fisica Moderna, Istituzioni di Fisica Teorica.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Le conoscenze da acquisire riguardano l'applicazione della meccanica quantistica a sistemi fisici reali. Le abilità che si mira a sviluppare si focalizzeranno sull'applicazione di metodi anche approssimati (in particolare la teoria delle perturbazioni) e valutazione del peso delle relative approssimazioni condotte

Le competenze riguarderanno l'applicazione dei metodi e delle approssimazioni a casi semplici di interesse della struttura della materia condensata.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Saranno impiegate, negli opportuni contesti: - lezioni frontali, con finalità alla concettualizzazione astratta dei vari argomenti. - apprendistato cognitivo con strumenti di modeling per promuovere autonomia; - collaborative learning: ovvero apprendimento in piccoli gruppi, all'interno dei quali gli studenti si avvalgono di una collaborazione reciproca e si sentono corresponsabili del percorso formativo intrapreso (in attività laboratoriale);

Contenuti:

Lo spettro dell'atomo di Idrogeno: la struttura fondamentale dello spettro, la rimozione della degenerazione nello spettro e 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 e al metodo LCAO. Cenni all'energia rotazionale e vibrazionale della molecola diatomica e 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, materiali disordinati.

Modalità di esame:

Prova scritta e prova orale. La prova scritta verterà sulla esecuzione di problemi e/o quesiti a risposta aperta. Potrà essere svolta secondo due modalità: attraverso il superamento delle prove in itinere oppure attraverso l'appello istituzionale. Le prove parziali in itinere saranno due: si considererà sufficiente la performance dello studente la cui media dei voti ottenuti nelle prove in itinere (sarà almeno pari a 18/30 (con votazione almeno di 15/30 su un compito). Sarà inoltre prevista l'esecuzione di un compito per casa in gruppi (collaborative work) da consegnare entro un mese dall'assegnazione.

Criteri di valutazione:

Criteri di Valutazione della prova scritta ed orale: ? Rielaborazione conoscenze e abilità sviluppate in relazione al corso attraverso quesiti mirati e comprensivi di esercitazioni; ? Azione comunicativa, che in particolare rifletta le competenze relative al linguaggio specifico, alla modalità di comunicazione orale e/o scritta, alle modalità di rappresentazione di argomenti inerenti al corso.

Testi di riferimento:

Bransden and Joachain, Physics of Atoms and Molecules.. : Prentice-Hall, A.F. Borghesani, Esercizi svolti. Istituzioni di Fisica della Materia.. Padova: Edizioni Libreria Progetto, 2018 Ch. Kittel, Introduction to Solid State Physics.. : Wiley, Borghesani, Istituzioni di Fisica della materia. : Edizioni Libreria Progetto, 2017

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Eventuale ulteriore materiale sarà fornito dai docenti. Gli esercizi svolti a lezione costituiscono parte integrante del corso. Il materiale sarà disponibile su piattaforma Moodle <https://www.elearning.unipd.it/fisica> Laurea in Fisica

ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA

Titolare: Prof. ANTONIO PONNO

Periodo: Il anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A; 9,00

Prerequisiti:

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

Conoscenze e abilità da acquisire:

Comprensione approfondita della formulazione Lagrangiana della meccanica classica e dei suoi metodi matematici. Basi del formalismo Hamiltoniano. Capacità di modellizzare e analizzare la dinamica di sistemi di punti materiali, sia liberi che vincolati, soggetti a specifiche interazioni.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali alla lavagna.

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 delle equazioni differenziali: Campo vettoriale, flusso e orbite di un'equazione differenziale. Integrali primi e derivata di Lie. Linearizzazione attorno ad un equilibrio. Teoria dei sistemi lineari. Equilibri e stabilità; teoremi di Lyapunov. Sottovarietà invarianti ed equazioni differenziali su sottovarietà. Sistemi piani e loro specifiche proprietà. 2. Richiami di meccanica Newtoniana. Principi generali. Equazioni cardinali. Leggi di conservazione. Sistemi conservativi unidimensionali e loro ritratto di fase. 3. Sistemi vincolati: Vincoli olonomi; varietà delle configurazioni e coordinate lagrangiane. Vincoli ideali. Energia cinetica, forze ed energia potenziale in coordinate lagrangiane. Equazioni di Lagrange: deduzione e forma normale. 4. 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 ai principi variazionali della meccanica: principio di Hamilton. Moti geodetici. 5. Meccanica del corpo rigido. Equazioni di Euler. Trottola di Lagrange. 6. Introduzione al formalismo Hamiltoniano: trasformazione di Legendre. Equazioni di Hamilton. Parentesi di Poisson. Struttura simplettica. Trasformazioni canoniche.

Modalità di esame:

Esame scritto con domande di teoria ed esercizi.

Criteri di valutazione:

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

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Dispense del docente. Testi di consultazione: L.D. Landau, E.M. Lifshits, Meccanica, Editori Riuniti. V.I. Arnold, Metodi Matematici della Meccanica Classica, Editori Riuniti H. Goldstein, Meccanica classica, Zanichelli.

ISTITUZIONI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE

Titolare: Prof. FRANCO SIMONETTO

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+8E; 8,00

Prerequisiti:

Prerequisiti: Relatività ristretta, concetti fondamentali della meccanica quantistica. Chimica (Tav. periodica)

Conoscenze e abilità da acquisire:

Fisica Nucleare: Lo studente acquisirà la conoscenza dei fenomeni nucleari, della struttura nucleare e dei decadimenti radioattivi. Nell'apprendere i principali modelli teorici con cui si studia la struttura nucleare, lo studente utilizzerà molti concetti provenienti da corsi precedenti e vedrà l'applicazione diretta delle conoscenze di meccanica quantistica. Fisica delle Particelle: •Indagine della natura tramite analisi della radiazione cosmica e attraverso l'utilizzo di acceleratori. •Esistenza di particelle fondamentali e loro interazioni. •Classificazione delle particelle elementari e le loro interazioni. •Leggi di conservazione e simmetrie nelle interazioni fondamentali

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Fisica delle Particelle: •Lezioni frontali con l'ausilio di diapositive, brevi filmati e animazioni. •Si seguirà l'approccio storico dopo aver inquadrato il panorama attuale e mostrato dove si vuole arrivare.

Contenuti:

Fisica nucleare: 0. Introduzione al corso, presentazione dei contenuti e modalità d'esame. 1. Proprietà dei costituenti elementari del nucleo atomico: carica, massa, spin (fermioni/bosoni), parità. 2. Unità di misura nucleari e grandezze tipiche: energie, raggi nucleari, etc. 3. Isospin; Momento angolare, accoppiamento di momenti angolari, spin semintero. 4. Deutone e sue proprietà, modello semplice a buca quadrata. 5. Forze nucleari, saturazione, energia di legame, Sn, Sp, formula di massa (modello a goccia), carta di Segre (valle di stabilità, driplines) 6. Modello a gas di Fermi (quantizzazione di una "scatola", det. Slater, Energia e momento di Fermi) 7. Modello a shell sferico per singola particella, Oscillatore Armonico + Spin-orbita, valore di aspettazione degli operatori rilevanti, Cenni sull'interazione di pairing. 8. Modello collettivo di Bohr e Mottelson, Sviluppo in multipoli della superficie nucleare, variabili beta, gamma, Eccitazioni collettive: vibrazioni e rotazioni della superficie. 9. Decadimento alfa: legge del decadimento, vita media; teoria elementare (preformazione, Eff. tunnel, Legge di Gamow) 10. Decadimento beta: End-point, Log(ft), Kurie plot, Transizioni di Gamow-Teller e Fermi. 11. Decadimento gamma: transizioni elettromagnetiche, regole di selezione, momento di quadrupolo elettrico e dip. magnetico. Isomeri. 12. Sezione d'urto e processi interazione radiazione-materia: formula di Bethe-Bloch, picco di Bragg, assorbimento della radiazione carica e neutra, eff. fotoelettrico, Compton e produzione di coppie. Fisica delle Particelle: 1. IL MODELLO STANDARD E LE PARTICELLE FONDAMENTALI - Quadro generale delle forze e delle particelle ad oggi note 2. CONCETTI FONDAMENTALI NELLA FISICA SUBNUCLEARE: -unità di misura naturali -sezione d'urto, dal concetto classico di urto alla regola d'oro di sezione d'urto differenziale -larghezze di decadimento, branching ratios -acceleratori di particelle, intensità di un fascio, luminosità -interazioni tra due fasci e fascio su targhetta 3. CONCETTI FONDAMENTALI DI RIVELATORI di PARTICELLE -cenni di interazione radiazione e particelle con la materia -rivelatori: tracciatori, calorimetri, Cherenkov 4. LE PRIME PARTICELLE: DALL'ATOMO AI K -gli esperimenti di Rutherford e i costituenti di atomo e nucleo -l'ipotesi di Yukawa, la radiazione cosmica, il pione e il muone -le particelle strane nella radiazione cosmica, i K 5. SIMMETRIE: -Simmetrie continue. Gruppo delle rotazioni. Rappresentazioni. SU(2) e isospin -Simmetrie discrete: parità, coniugazione di carica, time reversal, teorema CPT -le antiparticelle, il positrone (Anderson), l'antiprotone -numeri leptonici e barionici 6. MODELLO STATICO dei QUARKS: -mesoni $J_p=0^-$, 1^- -barioni $J=1/2$, $3/2^-$ -il charm e beauty e il ruolo degli acceleratori 7. PARTICELLE E INTERAZIONI: -caratteristiche generali delle interazioni fondamentali -leptoni e quark -l'interazione elettromagnetica -l'interazione debole, interazione di Fermi, decadimento beta -l'interazione forte -l'interazione elettrodebole, oscillazione di stranezza dei mesoni K

Modalità di esame:

Fisica nucleare: prova orale Fisica delle Particelle: Test online e orale

Criteri di valutazione:

Verifica dell'apprendimento dei contenuti del corso (capacità e completezza nell'esposizione) e della abilità nel rispondere a semplici quesiti da risolvere applicando la teoria. Conoscenza dei contenuti del corso, capacità di collegamenti e implicazioni dei fenomeni studiati.

Testi di riferimento:

Halzen, Francis; Martin, Alan Douglas, Quarks and leptons an introductory course in modern particle physics Francis Halzen, Alan D. Martin. New York etc.: J. Wiley, 0 K. Heyde, Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics. : IoP Publishing, W. Greiner and J.A. Maruhn, Nuclear Models. : Springer, K. Krane, Introductory Nuclear Physics. : Wiley, A. Bettini, Introduction to Elementary Particle Physics. : Cambridge University Press, De Angelis, Alessandro; Pimenta, Mário João Martins, Introduction to particle and astroparticle physics multimessenger astronomy and its particle physics foundations Alessandro De Angelis, Mario Pimenta. Cham: Springer, 2018 Griffiths, David Jeffrey, Introduction to elementary particles David Griffiths. Weinheim: Wiley-VCH, 0 Perkins, Donald H., Introduction to high energy physics Donald H. Perkins. Menlo Park: CA [etc.], Addison-Wesley, 0 C.A. Bertulani, Nuclear Physics in a Nutshell. : Princeton University Press Lilley,

ISTITUZIONI DI FISICA TEORICA (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof. PIERALBERTO MARCHETTI

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A+40E; 14,00

Prerequisiti:

Gli studenti devono essere famigliari con gli aspetti fenomenologici più elementari della meccanica quantistica e con gli spazi Hilbertiani e gli operatori su

essi definiti. Si richiede inoltre una certa conoscenza della termodinamica di equilibrio e della meccanica classica hamiltoniana.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso intende fornire le basi concettuali e formali della meccanica quantistica e applicazioni a semplici sistemi fisici. Inoltre esso fornisce una introduzione alla meccanica statistica di equilibrio basata sugli ensemble, sia classici che quantistici, con applicazioni a sistemi non interagenti.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali con parte teorica ed esercitazioni.

Contenuti:

MECCANICA QUANTISTICA - Il formalismo della MQ e la sua interpretazione fisica: funzioni d'onda, spazi di Hilbert, basi, stati; osservabili, operatori autoaggiunti; spettro, autovalori e autovettori, famiglia spettrale; il formalismo di Dirac; evoluzione temporale causale per sistemi conservativi, teorema di Stone; preparazione di stati e misure, postulato di proiezione di von Neumann. -Conseguenze generali dei postulati, principio di indeterminazione di Heisenberg, insiemi completi di osservabili compatibili; sistemi composti. - Soluzione dell'equazione di Schroedinger per sistemi conservativi: sviluppo in autostati dell'energia; buche e barriere di potenziale unidimensionali; oscillatore armonico 1D, operatori di creazione e distruzione, spettro e autofunzioni dell'hamiltoniano; particella libera in 3D. - Momenti angolari: relazione di commutazione, spettro, momenti angolari orbitali e armoniche sferiche, composizione di momenti angolari, spin. - Particelle in potenziale centrale: equazione radiale, numeri quantici; atomi idrogenoidi, spettro e autofunzioni dell'hamiltoniano. - Particelle identiche: postulato di simmetrizzazione e conseguenze, principio di Pauli. -Teoria dello scattering. -Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo -Cenno a stati misti, EPR, disuguaglianze di Bell e problemi interpretativi. MECCANICA STATISTICA -Distribuzione di Maxwell-Boltzmann del gas perfetto, stati microscopici e macroscopici. -Ensemble statistici classici. -Entropia, temperatura, energie libere, limite termodinamico e estensività, fluttuazioni, equipartizione classica. -Stati quantistici di fermioni e bosoni, matrice densità, ensemble quantistici, gas di bosoni e fermioni nell'ensemble grancanonico. -Condensazione di Bose-Einstein, proprietà del gas di Fermi degenerare, limite classico delle statistiche quantistiche.

Modalità di esame:

Prova scritta e orale per la parte di meccanica quantistica. Prova scritta per la parte di meccanica statistica.

Criteri di valutazione:

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

Testi di riferimento:

Kerson Huang, Meccanica Statistica. : Zanichelli, 1997 M. Falcioni, A. Vulpiani, Fondamenti della meccanica statistica, Meccanica Statistica Elementare -- I fondamenti. : Springer-Verlag Italia, 2015 Konishi, Kenichi; Paffuti, Giampiero, Meccanica quantistica: nuova introduzione. Pisa: Plus-Pisa university press, 2006 Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Dui, Frank Laloe, Quantum Mechanics, Vol I. : Wiley Interscience, 1992 H.B. Callen, Thermodynamics and an introduction to Thermostatistics. : Wiley, 1985 M. Kardar, Statistical physics of particles. : Cambridge University Press, 2007

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Oltre ai testi indicati note aggiuntive del corso.

ISTITUZIONI DI FISICA TEORICA (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Prof. FABIO ZWIRNER

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A+40E; 14,00

Prerequisiti:

Gli studenti devono essere familiari con gli aspetti fenomenologici più elementari della meccanica quantistica e con gli spazi Hilbertiani e gli operatori su essi definiti. Si richiede inoltre una certa conoscenza della termodinamica di equilibrio e della meccanica classica hamiltoniana.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso intende fornire le basi concettuali e formali della meccanica quantistica e applicazioni a semplici sistemi fisici. Inoltre esso fornisce una introduzione alla meccanica statistica di equilibrio basata sugli ensemble, sia classici che quantistici, con applicazioni a sistemi non interagenti.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali con parte teorica ed esercitazioni.

Contenuti:

MECCANICA QUANTISTICA - Il formalismo della MQ e la sua interpretazione fisica: funzioni d'onda, spazi di Hilbert, basi, stati; osservabili, operatori autoaggiunti; spettro, autovalori e autovettori, famiglia spettrale; il formalismo di Dirac; evoluzione temporale causale per sistemi conservativi, teorema di Stone; preparazione di stati e misure, postulato di proiezione di von Neumann. -Conseguenze generali dei postulati, principio di indeterminazione di Heisenberg, insiemi completi di osservabili compatibili; sistemi composti. - Soluzione dell'equazione di Schroedinger per sistemi conservativi: sviluppo in autostati dell'energia; buche e barriere di potenziale unidimensionali; oscillatore armonico 1D, operatori di creazione e distruzione, spettro e autofunzioni dell'hamiltoniano; particella libera in 3D. - Momenti angolari: relazione di commutazione, spettro, momenti angolari orbitali e armoniche sferiche, composizione di momenti angolari, spin. - Particelle in potenziale centrale: equazione radiale, numeri quantici; atomi idrogenoidi, spettro e autofunzioni dell'hamiltoniano. - Particelle identiche: postulato di simmetrizzazione e conseguenze, principio di Pauli. -Teoria dello scattering. -Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo -Cenno a stati misti, EPR, disuguaglianze di Bell e problemi interpretativi. MECCANICA STATISTICA -Distribuzione di Maxwell-Boltzmann del gas perfetto, stati microscopici e macroscopici. -Ensemble statistici classici. -Entropia, temperatura, energie libere, limite termodinamico e estensività, fluttuazioni, equipartizione classica. -Stati quantistici di fermioni e bosoni, matrice densità, ensemble quantistici, gas di bosoni e fermioni nell'ensemble grancanonico. -Condensazione di Bose-Einstein, proprietà del gas di Fermi degenerare, limite classico delle statistiche quantistiche.

Modalità di esame:

Prova scritta e orale per la parte di meccanica quantistica. Prova scritta per la parte di meccanica statistica.

Criteri di valutazione:

Verifica della comprensione della parte teorica del corso e della capacità di risolvere problemi ad esso attinenti.

Testi di riferimento:

Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Dui, Frank Laloe, Quantum Mechanics, Vol I. : 1992 Wiley Interscience, Kerson Huang, Meccanica Statistica. :

Zanichelli, 1997 Konishi, Kenichi; Paffuti, Giampiero, Meccanica quantistica: nuova introduzione. Pisa: Plus-Pisa university press, 2006 M. Falcioni, A. Vulpiani, Fondamenti della meccanica statistica, Meccanica Statistica Elementare -- I fondamenti. : Springer-Verlag Italia, 2015 H.B. Callen, Thermodynamics and an introduction to Thermostatistics. : Wiley, 1985 M. Kardar, Statistical physics of particles. : Cambridge University Press, 2007

ISTITUZIONI DI METODI MATEMATICI (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof. KURT LECHNER

Periodo: Il anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

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

Prerequisiti:

Adeguate conoscenze dei contenuti dei corsi di analisi matematica. In particolare, la teoria della misura di Lebesgue, svolta ad analisi III, è considerata prerequisito.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Adeguate conoscenze dell'analisi complessa, 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 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 C . Disuguaglianza di Darboux. Teorema di Cauchy. Teorema fondamentale del calcolo integrale, Teorema di Morera. Formula di Cauchy. Teorema della media, principio del massimo, teorema di Liouville, teorema fondamentale dell'algebra. 5. Studio delle serie nel campo complesso. Teorema di Weierstrass sulle serie. Serie di potenze, teorema di Abel, teorema della serie di Taylor, serie di Laurent. 6. Singolarità isolate (eliminabili, poli, essenziali). Teoremi di Picard sulle singolarità essenziali (enunciati). Residui. Punto all'infinito. Funzioni polidrome e punti di ramificazione. 7. Zeri di una funzione, teorema di unicità, unicità del prolungamento analitico 8. Teorema dei residui. Residuo all'infinito. Teorema della somma dei residui. 9. Teorema dell'indicatore logaritmico. Principio dell'argomento. Sviluppo in frazioni semplici. 10. Integrazione nell'ambito della teoria dei residui, Lemma di Jordan e sue applicazioni. Integrazione di funzioni trigonometriche. 11. Parte principale di un integrale, la prescrizione epsilon. 12. Integrali che coinvolgono funzioni polidrome. B. Spazi di Hilbert e distribuzioni. 1. Spazi vettoriali finito e infinito dimensionali. Spazi con prodotto scalare (pre-Hilbertiani) e normati. 2. Convergenza, completezza e teorema del completamento. Spazi di Banach e di Hilbert. Esempi importanti: spazi L_2 e L_∞ . 3. Sottospazi. Complemento ortogonale. Teorema della decomposizione in sottospazi ortogonali. 4. Sistemi e basi ortonormali (s.o.n. e b.o.n.). Procedura di Gram-Schmidt. Separabilità e numerabilità dei s.o.n. Espansione in serie di Fourier in b.o.n. Teorema di Riesz-Fischer. Esempi di b.o.n. (polinomi di Legendre, Hermite e Leguerre). 5. Funzionali lineari limitati e continui, teorema di Riesz, notazione di Dirac. 6. Spazi di Schwarz e distribuzioni temperate, operazioni sulle distribuzioni. 7. Operatori lineari limitati: operatore aggiunto e inverso, funzione analitica di un operatore, operatori autoaggiunti, proiettori ortogonali, operatori isometrici e unitari. 8. Trasformata di Fourier e sua estensione alle distribuzioni. TF e convoluzione. TF come trasformazione unitaria su L_2 . 9. Equazioni differenziali nello spazio delle distribuzioni. Equazioni in trasformata di Fourier. Metodo di risoluzione della funzione di Green. Esempi e applicazioni.

Modalità di esame:

Esame diviso in due parti: risoluzione di esercizi e teoria

Criteri di valutazione:

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

Testi di riferimento:

Rossetti, Metodi Matematici della Fisica. : Ed. Levrotto e Bella, Onofri, Lezioni sulla Teoria degli Operatori Lineari. : Ed. Zara, Abbati e Cirelli, Metodi Matematici per la Fisica. Operatori Lineari negli Spazi di Hilbert. : Ed. Città Studi, Weidmann, Linear Operators in Hilbert Spaces. : Ed. Springer-Verlag, Marco Bramanti, Metodi di analisi matematica per l'ingegneria. : Esculapio, Fabio Bagarello, Metodi matematici per fisici e ingegneri. : Ed. Zanichelli, 2019 Musso e Ragnisco, Raccolta di Esercizi e Problemi di Analisi Complessa e Algebra Lineare. : Aracne, Kolmogorov e Fomin, Elementi della Teoria delle Funzioni e di Analisi Funzionale. : Ed. Riuniti, Pradisi, Lezioni di Metodi Matematici per la Fisica. : Ed. della Normale, Smirnov, Corso di Matematica Superiore, vol. 3 parte II. : Ed. Riuniti, Walter Rudin, Real and complex analysis. New York: MacGraw-Hill International Edition, 2015

ISTITUZIONI DI METODI MATEMATICI (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Prof. ROBERTO VOLPATO

Periodo: Il anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

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

Prerequisiti:

Adeguate conoscenze dei contenuti dei corsi di analisi matematica. In particolare, la teoria della misura di Lebesgue, svolta ad analisi III, è considerata prerequisito.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Adeguate conoscenze dell'analisi complessa, 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 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 C . Disuguaglianza di Darboux. Teorema di Cauchy. Teorema fondamentale del calcolo integrale, Teorema di Morera. Formula di Cauchy. Teorema della media, principio del massimo, teorema di

Liouville, teorema fondamentale dell'algebra. 5. Studio delle serie nel campo complesso. Teorema di Weierstrass sulle serie. Serie di potenze, teorema di Abel, teorema della serie di Taylor, serie di Laurent. 6. Singolarità isolate (eliminabili, poli, essenziali). Teoremi di Picard sulle singolarità essenziali (enunciati). Residui. Punto all'infinito. Funzioni poldrome e punti di ramificazione. 7. Zeri di una funzione, teorema di unicità, unicità del prolungamento analitico. 8. Teorema dei residui. Residuo all'infinito. Teorema della somma dei residui. 9. Teorema dell'indicatore logaritmico. Principio dell'argomento. Sviluppo in frazioni semplici. 10. Integrazione nell'ambito della teoria dei residui, Lemma di Jordan e sue applicazioni. Integrazione di funzioni trigonometriche. 11. Parte principale di un integrale, la prescrizione epsilon. 12. Integrali che coinvolgono funzioni poldrome. B. Spazi di Hilbert e distribuzioni. 1. Spazi vettoriali finito e infinito dimensionali. Spazi con prodotto scalare (pre-Hilbertiani) e normati. 2. Convergenza, completezza e teorema del completamento. Spazi di Banach e di Hilbert. Esempi importanti: spazi l_2 e L_2 . 3. Sottospazi. Complemento ortogonale. Teorema della decomposizione in sottospazi ortogonali. 4. Sistemi e basi ortonormali (s.o.n. e b.o.n.). Procedura di Gram-Schmidt. Separabilità e numerabilità dei s.o.n. Espansione in serie di Fourier in b.o.n. Teorema di Riesz-Fischer. Esempi di b.o.n. (polinomi di Legendre, Hermite e Leguerre). 5. Funzionali lineari limitati e continui, teorema di Riesz, notazione di Dirac. 6. Spazi di Schwarz e distribuzioni temperate, operazioni sulle distribuzioni. 7. Operatori lineari limitati: operatore aggiunto e inverso, funzione analitica di un operatore, operatori autoaggiunti, proiettori ortogonali, operatori isometrici e unitari. 8. Trasformata di Fourier e sua estensione alle distribuzioni. TF e convoluzione. TF come trasformazione unitaria su L_2 . 9. Equazioni differenziali nello spazio delle distribuzioni. Equazioni in trasformata di Fourier. Metodo di risoluzione della funzione di Green. Esempi e applicazioni.

Modalità di esame:

Esame diviso in due parti: risoluzione di esercizi e teoria

Criteri di valutazione:

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

Testi di riferimento:

Musso e Ragnisco, Raccolta di Esercizi e Problemi di Analisi Complessa e Algebra Lineare. : Aracne, Abbati e Cirelli, Metodi Matematici per la Fisica. Operatori Lineari negli Spazi di Hilbert. : Ed. Città Studi, Kolmogorov e Fomin, Elementi della Teoria delle Funzioni e di Analisi Funzionale. : Ed. Riuniti, Fabio Bagarello, Metodi matematici per fisici e ingegneri. : Ed. Zanichelli, 2019 Marco Bramanti, Metodi di analisi matematica per l'ingegneria. : Esculapio, Smirnov, Corso di analisi superiore. Roma: Editori Riuniti, Rudin, Walter, Real and complex analysis. New York: McGraw-Hill, 2015 Weidmann, Linear Operators in Hilbert Spaces. : Springer-Verlag, Onofri, Lezioni sulla Teoria degli Operatori Lineari. : Ed. Zara, Pradis, Lezioni di Metodi Matematici per la Fisica. : Ed. della Normale, Rossetti, Metodi Matematici della Fisica. : Ed. Levrotto e Bella,

LABORATORIO DI FISICA (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof. MARCELLO LUNARDON

Periodo: III anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A+48L; 9,00

Prerequisiti:

Sperimentazioni di Fisica 1, Sperimentazioni di Fisica 2, Fisica 1 e Fisica 2. Propedeuticità : - per poter frequentare il laboratorio è necessario aver frequentato i laboratori di Sperimentazioni di Fisica 1 e Sperimentazioni di Fisica 2 - per poter sostenere le prove di accertamento bisogna aver sostenuto gli esami dei quattro corsi propedeutici : Fisica 1, Fisica 2, Sperimentazioni di Fisica 1 e Sperimentazioni di Fisica 2.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Elettronica: realizzare semplici circuiti elettronici con diodi, transistor e amplificatori operazionali e riuscire a misurarne alcune grandezze caratteristiche. Apprendere i concetti base dell'amplificazione analogica. Spettroscopia: messa a punto e utilizzo di semplici apparati per degli esperimenti di spettroscopia atomica e nucleare. Analisi dati multiparametrica. Analisi critica dei risultati.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni in aula sui contenuti dell'attività formativa e attività in gruppo (generalmente 3 studenti) con esecuzione in laboratorio di esperienze programmate e stesura di report finale (relazioni). In caso di didattica remota obbligatoria le lezioni potranno svolgersi in modalità sincrona o asincrona sulla piattaforma moodle. Le esperienze di laboratorio saranno riorganizzate in base alle disposizioni di sicurezza vigenti e alle caratteristiche tecniche degli apparati sperimentali.

Contenuti:

Prima Parte: Amplificazione: concetti generali dell'amplificazione in tensione e in corrente, adattamento, amplificatori operazionali ideali e circuiti base (amplificatore invertente, non invertente, differenziale, integratore, differenziatore). Operazionali reali: risposta in frequenza, caratteristiche, feedback. Diodo: principio di funzionamento, curve caratteristiche. Circuiti con diodi e alcune applicazioni. Transistor a effetto di campo (MOSFET) e a giunzione bipolare (BJT): principio di funzionamento, curve e grandezze caratteristiche, polarizzazione, punto di lavoro, modelli semplificati. Introduzione all'acquisizione dei segnali con scheda di acquisizione a basso costo Arduino Due. Esperienze in laboratorio: - Circuiti amplificatori con operazionali - Caratteristica del Diodo, raddrizzatore a semionda e onda intera - Realizzazione di una versione semplificata di catena elettronica per un rivelatore di radiazione, inclusi preamplificatore, amplificatore-formatore e acquisizione dei segnali su scheda Arduino Due. Seconda Parte: Principi generali di funzionamento dei rivelatori per radiazione ionizzante. Cenni di dosimetria. Descrizione e messa a punto degli apparati sperimentali del laboratorio, dell'acquisizione e analisi dei dati per i seguenti esperimenti: 1. Effetto Zeeman normale 2. Misure di assorbimento di raggi X e verifica della legge dell'inverso del quadrato per una sorgente puntiforme, tramite la rivelazione di fotoni con un rivelatore al silicio 3. Verifica delle caratteristiche della legge del frenamento di particelle cariche con una camera a ionizzazione 4. Misure di radiazione gamma con rivelatori a scintillazione.

Modalità di esame:

Scritto. E' richiesta la preparazione di relazioni su una parte delle esperienze di laboratorio. In alcuni casi è possibile sostenere un esame orale a integrazione dello scritto. In caso di didattica remota obbligatoria l'esame potrà essere convertito in orale.

Criteri di valutazione:

la valutazione sarà elaborata in parte sulle relazioni di laboratorio e in parte sulle prove individuali.

Testi di riferimento:

Melissinos, Experiments in Modern Physics. : Academic Press, 2003 Blalock, Microelettronica. : McGraw-Hill Education, 2013 M. Pieraccini, Fondamenti di elettronica. : Pearson, 2014 G. Knoll, Radiation Detection and Measurement. : John Wiley and sons,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

LABORATORIO DI FISICA (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Prof. ALBERTO GARFAGNINI

Periodo: III anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A+48L; 9,00

Prerequisiti:

Sperimentazioni di Fisica 1, Sperimentazioni di Fisica 2, Fisica 1 e Fisica 2. Propedeuticità : - per poter frequentare il laboratorio è necessario aver frequentato i laboratori di Sperimentazioni di Fisica 1 e Sperimentazioni di Fisica 2 - per poter sostenere le prove di accertamento bisogna aver sostenuto gli esami dei quattro corsi propedeutici : Fisica 1, Fisica 2, Sperimentazioni di Fisica 1 e Sperimentazioni di Fisica 2.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Elettronica: realizzare semplici circuiti elettronici con diodi, transistor e amplificatori operazionali e riuscire a misurarne alcune grandezze caratteristiche. Apprendere i concetti base dell'amplificazione analogica. Spettroscopia: messa a punto di semplici apparati per degli esperimenti di spettroscopia atomica e nucleare. Analisi dati multiparametrica. Analisi critica dei risultati.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni in aula sui contenuti dell'attività formativa e attività in gruppo (generalmente 3 studenti) a cadenza settimanale con esecuzione in laboratorio di esperienze programmate e stesura di report finale (relazioni).

Contenuti:

Prima Parte: Amplificazione: concetti generali dell'amplificazione in tensione e in corrente, adattamento, amplificatori operazionali ideali e circuiti base (amplificatore invertente, non invertente, differenziale, integratore, differenziatore). Operazionali reali: risposta in frequenza, caratteristiche, feedback. Diodo: principio di funzionamento, curve caratteristiche. Circuiti con diodi e alcune applicazioni: raddrizzatori, termometri digitali, celle solari. Transistor a effetto di campo (MOSFET) e a giunzione bipolare (BJT): principio di funzionamento, curve e grandezze caratteristiche, polarizzazione, punto di lavoro, modelli semplificati. Introduzione all'acquisizione dei segnali con scheda di acquisizione a basso costo Arduino Due. Simulazione di semplici circuiti con LTspice. Esperienze in laboratorio: - Circuiti amplificatori con operazionali - Caratteristica del Diodo, raddrizzatore a semionda e onda intera. - Realizzazione di una versione semplificata di catena elettronica per un rivelatore di radiazione, inclusi preamplificatore, amplificatore- formatore e acquisizione dei segnali su scheda Arduino Due. Seconda Parte: Principi generali di funzionamento dei rivelatori per radiazione ionizzante. Cenni di dosimetria. Descrizione e messa a punto degli apparati sperimentali del laboratorio, dell'acquisizione e analisi dei dati per i seguenti esperimenti: 1. Effetto Zeeman normale 2. Misure di assorbimento di raggi X e verifica della legge dell'inverso del quadrato per una sorgente puntiforme, tramite la rivelazione di fotoni con un rivelatore al silicio 3. Verifica delle caratteristiche della legge del frenamento di particelle cariche con una camera a ionizzazione 4. Misure di radiazione gamma con rivelatori a scintillazione.

Modalità di esame:

Scritto: esercizi da svolgere e domande a risposta aperta o chiusa sul programma svolto. E' richiesta inoltre la preparazione di relazioni su una parte delle esperienze svolte in laboratorio. In alcuni casi è possibile sostenere un esame orale a integrazione dello scritto. In caso di didattica remota obbligatoria l'esame potrebbe essere convertito in orale.

Criteri di valutazione:

la valutazione sarà elaborata in parte sulle relazioni di laboratorio e in parte sugli esami scritti, eventualmente integrata dall'esame orale

Testi di riferimento:

Melissinos, Adrian Constantin, Experiments in modern physics by Adrian C. Melissinos. New York: London, Academic press, 0 Jaeger, Richard C.; Blalock, Travis N.; Meneghesso, Gaudenzio; Neviani, Andrea, Microelettronica Richard C. Jaeger, Travis N. Blalock edizione italiana a cura di Gaudenzio Meneghesso e Andrea Neviani. Milano: McGraw-Hill, 0 Pieraccini, Massimiliano, Fondamenti di elettronica Massimiliano Pieraccini. Milano: Torino, Pearson, 2014 Knoll, Glenn F., Radiation Detection and Measurement, 4th Edition. New York: John Wiley and Sons, 2010

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Dispense dalle lezioni introduttive e testi. Software libero disponibile online (ROOT e LTspice).

LINGUA INGLESE B2 (ABILITA' RICETTIVE)

Titolare: Prof. ALESSANDRO PATELLI

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: ; 2,00

MECCANICA ANALITICA

Titolare: Prof. MASSIMILIANO GUZZO

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Calcolo differenziale e integrale per funzioni reali di una o piu' variabili; elementi di geometria e algebra lineare; meccanica newtoniana e lagrangiana.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Gli studenti diventeranno familiari con la struttura matematica e i metodi della meccanica hamiltoniana, con particolare attenzione alla loro rilevanza fisica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni teoriche ed esercitazioni in aula.

Contenuti:

-Sistemi Hamiltoniani, equazioni di Hamilton, campi vettoriali Hamiltoniani, proprieta' elementari del flusso Hamiltoniano. -Trasformazioni canoniche, valenza, matrici simplettiche, relazione con le parentesi di Poisson, la condizione di Lie, funzioni generatrici. -Sistemi Hamiltoniani su varietati' simplettiche, sistemi meccanici naturali, teorema di Darboux, mappe simplettiche, sezione di Poincare'. -Sistemi Hamiltoniani integrabili alla Liouville-Arnold, variabili di angolo-azione, struttura integrabile di problemi classici della fisica. -Formulazione Hamiltoniana della meccanica del corpo rigido, esempi integrabili e non integrabili. -Equilibri in sistemi Hamiltoniani, linearizzazione, forme normali di Birkhoff. Esempi. -Cenni di teoria Hamiltoniana delle perturbazioni: stabilita' di lungo periodo, teoremi KAM, Nekhoroshev, il problema della diffusione di Arnold.

Modalità di esame:

Esame scritto con esercizi e domande aperte.

Criteri di valutazione:

Valutazione dell'esame scritto.

Testi di riferimento:

Massimiliano Guzzo, Appunti del corso di Meccanica Analitica. : ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Tutte le lezioni del corso sono descritte in: 'Appunti del corso di Meccanica Analitica', preparati dal docente e distribuiti in unico file pdf attraverso la piattaforma elearning.unipd.it.

METODI COMPUTAZIONALI DELLA FISICA

Titolare: Prof. PAOLO UMARI

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

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

Prerequisiti:

Fisica I, Fisica II, Laboratorio I

Conoscenze e abilità 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.

Attività 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. Il computer: sistema binario e rappresentazione in virgola mobile. Roundoff error. Schema CPU/memoria. Roundoff error. Utilizzo della memoria: problema della moltiplicazione di due matrici quadrate. Matrici in linguaggio C. Librerie matematiche BLAS, LAPACK. . Uso di programmazione procedurale ed ad oggetti. Metodi per derivate numeriche, differenze finite. Metodo della matrice per ordine arbitrario. Errori associati ai metodi. Derivata di una serie di Fourier. Integrazione: metodo dei rettangoli naif e metodo dei rettangoli con relativi errori e scaling. Metodo dei trapezi e relativa accuratezza, metodo di Simpson e relativa accuratezza, metodo di Newton-Cotes e formula per il polinomio di Lagrange, instabilita' della formula di Lagrange, integrali su intervallo infinito, integrali a piu' dimensione e dipendenza dell'accuratezza dalla dimensione. Introduzione all'integrazione delle equazioni del moto. Metodi per l'integrazione delle equazioni differenziali ordinarie con condizioni iniziali date. Metodi impliciti ed espliciti. Metodo di Eulero esplicito e sua accuratezza, metodo di Eulero implicito, metodo di Stormer-Verlet, metodo di Crank-Nicolson e loro accuratezza. Soluzione di equazioni auto-consistenti. Metodi di Runge-Kutta: midpoint explicit Euler e sua accuratezza. Runge-Kutta 4. Runge-Kutta 4 , problema della conservazione dell'energia. Metodi di propagazione simplettici e non simplettici. Metodo di Eulero simplettico e sua implementazione. Implementazione di vincoli: coefficienti di Lagrange e forze vincolari. Algoritmi di Verlet e loro accuratezza: leap frog, Stoermer-Verlet, Velocity Verlet. Esempio dell'oscillatore armonico. Energia potenziale e forza di Lennard-Jones. Condizioni al contorno periodiche, individuazioni primi vicini. NVE o insieme microcanonico, funzione di pair correlation. Equazione e costante di diffusione. Inizializzazione di un sistema e algoritmo per distribuire le velocita' secondo la distribuzione di Maxwell-Boltzmann. Equazioni differenziali ordinarie con condizioni al contorno. Caso di equazioni di secondo ordine con condizioni al contorno disaccoppiate. Trasformazione in problema matriciale e trattazione degli elementi estremi. Caso di coordinate al contorno periodiche. Equazione di Schroedinger stazionaria e trasformazione in matrice tridiagonale. Il metodo shooting e il metodo di Numerov. Equazione di Poisson in 3D. Esempio del campo elettrostatico. Trasformazione in problema matriciale e inserimento delle condizioni al contorno. Metodo iterativo di Gauss-Seidel e di Richardson. Equazione di Schroedinger stazionaria a 2 o 3 dimensioni. Equazione di continuita' in una dimensione metodo di Eulero esplicito e parametri per la convergenza. Metodo di Eulero implicito. Esempio di diffusione del calore. Discretizzazione dell'equazione delle onde e metodo per prima iterazione. Condizione e parametro di CFL. Equazione di Schroedinger tempo dipendente, operatore di evoluzione temporale. Metodo di Eulero esplicito e metodo di Crank - Nicholson. Metodo generale per risolvere sistemi di equazioni nel caso si matrici tridiagonali. Metodo degli elementi finiti per la soluzione di equazioni differenziali alle derivate parziali con condizioni al contorno. Numeri casuali e numeri pseudo casuali. Generatore LCG e periodicitati' massima. Test su numeri casuali. Generazione di numeri casuali distribuiti secondo una densita' di probabilita' data: metodo della trasformata inversa e metodo accetta-nega. Metodo di Monte-Carlo per l'integrazione e sua accuratezza. Algoritmo di Metropolis. Cenni di ferromagnetismo. Modello di Ising. Algoritmi di minimizzazione: steepest descent, dynamic relaxation, gradiente coniugato.

Modalità 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 capacita' 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 capacita' di ragionamento e di comprensione da parte dello studente.

Testi di riferimento:

, Numerical recipes in C. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press, 1992 Stickler, Benjamin A; Schachinger, Ewald, Basic Concepts in Computational Physics. Cham: Springer International Publishing AG, 2016 Wong, Samuel S M, Computational Methods In Physics And Engineering (2nd Edition). Singapore: World Scientific Publishing Company, 1997

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Il docente ha preparato una dispensa che sarà disponibile su moodle. Ulteriori indicazioni bibliografiche specifiche agli argomenti trattati saranno indicate durante lo svolgimento del corso.

PROGRAMMAZIONE AD OGGETTI E C++

Titolare: Prof. PAOLO RONCHESE

Periodo: III anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

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

Prerequisiti:

Elementi base del sistema operativo Linux. Elementi base di programmazione. Elementi di linguaggio C.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Grammatica e sintassi del linguaggio C++. Programmazione a oggetti. Disegno ed implementazione di programmi.

Attività 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 accessibilità, 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. Ereditarietà e polimorfismo, classi base e classi derivate, funzioni virtuali. Costrutti comuni.

Modalità di esame:

Prove pratica durante il corso e discussione orale.

Criteri di valutazione:

Funzionalità, leggibilità e mantenibilità dei programmi scritti nelle esercitazioni. Conoscenza del linguaggio e dei costrutti più comuni.

Testi di riferimento:

S.B.Lippman, J.Lajoie, B.E.Moo, C++ Primer. : Addison-Wesley, 2013 S.Prata, C++ Primer Plus. : Sams Publishing, 2012

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

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1 (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof.ssa CINZIA SADA

Periodo: I anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 56A+84L; 13,00

Prerequisiti:

Conoscenze base di: - algebra; - analisi (equazioni, disequazioni, derivate, integrali, serie); - fisica generale (cinematica, dinamica, termologia). Il livello di conoscenze pregresse richiesto è conforme alla matematica e fisica insegnate nelle scuole superiori di II grado.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Le conoscenze che si intendono acquisite al termine del corso sono relative alla statistica e all'analisi dati riferite ad esperimenti di fisica classica (si veda dettaglio delle conoscenze consultando la sezione contenuti). Inoltre si intende da acquisire: 1. comprensione della terminologia fisica in relazione al trattamento di dati sperimentali e relativa organizzazione; 2. acquisizione di metodi per l'analisi di dati affetti da errori casuali; 3. acquisizione di metodi di

misura diretti ed indiretti della stessa grandezza fisica e della migliore procedura per il trattamento dei dati sperimentali; 4. comprensione del significato delle approssimazioni assunte e verifica delle relative ipotesi di partenza; 5. comprensione e stima delle cause di errore casuale e verifica della presenza di errori sistematici ed il loro peso relativo; 6. quantificazione del peso delle varie cause d'errore, limitando l'acquisizione ad un numero congruo di dati in esperimenti semplici; 7. acquisire abilità nell'impiego di un software informatico per l'analisi dati; 8. acquisire un atteggiamento critico nello stilare un quaderno di laboratorio e nella elaborazione dati (comprensivo della definizione dell'intervallo di confidenza dei dati sperimentali); 9. acquisire manualità in laboratorio; 10. organizzazione del lavoro di gruppo e della suddivisione dei compiti.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Saranno impiegate, negli opportuni contesti: - lezioni frontali, specialmente per la parte di informatica, di introduzione alla statistica e alla presentazione della fisica oggetto degli esperimenti inteso come lavoro mentale attivo con finalità alla concettualizzazione astratta dei vari argomenti. - apprendistato cognitivo basato sull'interazione tra studente ed insegnante attorno ad un compito di apprendimento. In tal caso docente fungerà inizialmente da modello di riferimento (modeling), per poi fornire supporto allo studente durante l'esecuzione del compito (coaching), conducendolo gradualmente all'autonomia; - didattica laboratoriale: svolgimento di esperimenti focalizzati rispondendo anche ad istanze sociali in cui la prestazione in gruppo è valorizzata al meglio per promuovere relazioni collaborative. In tale ambito si farà uso anche della metodologia brainstorming; - collaborative learning: ovvero apprendimento in piccoli gruppi, all'interno dei quali gli studenti si avvalgono di una collaborazione reciproca e si sentono corresponsabili del percorso formativo intrapreso (in attività laboratoriale);

Contenuti:

INFORMATICA E PROGRAMMAZIONE 1) Teoria dell'Informazioni. Sistemi di numerazione posizionali. Sistema decimale, binario, ottale ed esadecimale. Cambiamento di base. Rappresentazione dei numeri relativi: modulo e segno, complemento ad uno, complemento a due. Rappresentazione dei numeri razionali: rappresentazione in virgola fissa e in virgola mobile. Standard IEEE-754. 2) Algebra Booleana, Teoria degli insiemi. Algebra booleana: definizione e proprietà. Teorema di De Morgan. Algebra booleana a due elementi $\{0,1\}$. Teorema fondamentale dell'algebra booleana. Corollari. 3) Programmazione: Introduzione al C++. La funzione main. La direttiva #include. Utilizzo degli operatori cin e cout. Dichiarazione ed inizializzazione di variabili. Tipi di variabili: char, int, long, float, double, bool. Operatori aritmetici. Conversione di tipo. Espressioni numeriche e relazionali. Operatori logici. L'istruzione if. I cicli: for, while, do-while. L'operatore condizionale. Lo statement switch, break e continue. Array, stringhe, strutture e puntatori. Le funzioni. Prototipi di funzioni. Funzioni inline. Referenze e puntatori. Argomenti di default. Overloading di funzioni. Funzioni templates. Breve introduzioni alle classi ed alla programmazione orientata ad oggetti. 4) Attività di laboratorio: la frequenza è obbligatoria. In particolare saranno trattati i seguenti argomenti: Scrittura di un primo programma in C++. Tutorial di LINUX. La struttura di un programma, introduzione ai diagrammi di flusso. Scrittura di un programma per il calcolo della media, dell'area di un triangolo, della traiettoria di un proiettile. Esercizi di programmazione. INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEGLI ERRORI 1) Misure dirette ed indirette. Strumenti di misura. Errori casuali e sistematici. Cifre significative ed arrotondamenti. Precisione, accuratezza e sensibilità. Probabilità. Eventi e variabili casuali, teoremi della probabilità composta e della probabilità totale. Teorema di Bayes. Esempi e applicazioni. Stime di tendenza centrale e stime di dispersione. Proprietà. Istogrammi. Sovrapposizione di una funzione gaussiana su un istogramma e epurazione dati. 2) Variabili casuali discrete: generalità. Popolazioni e campioni. Valore medio di combinazioni lineari. Varianza di combinazioni lineari di variabili casuali statisticamente indipendenti. Legge dei grandi numeri e teorema di Bernoulli. Valore medio e valore vero. Relazione tra varianza dei campioni e varianza della popolazione. Variabili casuali continue: definizione e proprietà, la densità di probabilità e la funzione di distribuzione. Proprietà della speranza matematica e della varianza. La distribuzione uniforme, triangolare, distribuzione di Gauss. Elementi di calcolo combinatorio. La distribuzione di Poisson e relative proprietà. La distribuzione di Bernoulli e relative proprietà. La distribuzione del Chi-quadro: definizione e proprietà. Metodo del minimo χ^2 . Applicazioni del χ^2 e vincoli dei sistemi. Esempi ad applicazioni. 3) Misure indirette Miglior stima del valor vero di una grandezza misurata in modo indiretto. La propagazione degli errori e i limiti della sua validità. Errori massimi e formula di propagazione degli errori massimi. Covarianza e Correlazione lineare e relative proprietà. 4) Stime di parametri. Funzione di verosimiglianza e metodo della massima verosimiglianza. Applicazioni della stima di massima verosimiglianza: media pesata e relativo errore, derivazione dei parametri di una retta per l'origine e una retta generica. 5) Attività di laboratorio con frequenza obbligatoria su argomenti di Meccanica, termodinamica e termodinamica.

Modalità di esame:

L'esame consta di tre parti: 1. Relazioni delle esperienze svolte in laboratorio sotto forma di elaborati scritti. Ogni relazione è stilata per gruppo (costituito da due/tre studenti ciascuno) e consegnata secondo il calendario fornito dai docenti all'avvio del laboratorio al docente di riferimento. La consegna in ritardo darà luogo a penalizzazione sulla valutazione, la mancata consegna di una o più relazioni invalida la possibilità di sostenere l'esame con esito positivo; 2. prova scritta (relativa ad elementi di Elementi di informatica e programmazione ed Elementi di teoria degli errori e statistica); 3. prova orale relativa ad elementi di Elementi di informatica e programmazione e alla teoria degli errori e statistica nonché sulla discussione critica delle esperienze svolte in laboratorio. Il voto finale è fornito dalla media pesata dei voti presi nelle tre parti. In particolare la prova scritta comprenderà esercizi e dimostrazioni di Elementi di informatica, programmazione (prima parte) e teoria degli errori e statistica (seconda parte). Può essere svolta secondo due modalità: attraverso il superamento delle prove in itinere oppure attraverso l'appello istituzionale. Le prove parziali in itinere, in numero pari a tre, saranno svolte durante l'anno accademico secondo il seguente calendario: ? 1° prova scritta in itinere su "Elementi di informatica e programmazione", I semestre (tra dicembre e gennaio). Tale prova esaurisce la prima parte; ? 2° prova scritta in itinere su Elementi di teoria degli errori e statistica, argomenti presentati nelle lezioni del I semestre (febbraio-marzo); ? 3° prova scritta in itinere su Elementi di teoria degli errori e statistica, argomenti presentati nelle lezioni del II semestre (aprile- maggio-primi di giugno). La 2° e la 3° prova in itinere saranno valutate complessivamente come un'unica prova relativa alla seconda parte. Coloro che avranno raggiunto la sufficienza sulle parti di Elementi di informatica e di Teoria degli errori e statistica saranno ammessi alla prova orale qualora abbiano frequentato il laboratorio e consegnato tutte le relazioni delle esperienze svolte. Coloro che risultassero insufficienti nelle due parti, dovranno sostenere la prova scritta secondo il calendario previsto nelle varie sessioni di appello (2 appelli nella sessione estiva, due appelli nella sessione autunnale ed un appello nella sessione di recupero). Nelle varie sessioni d'appello, la prova scritta sarà articolata in due parti: parte di informatica e parte di statistica. Agli studenti è concesso di sostenere una o entrambe le parti per ogni appello. Il voto rimarrà valido fino alla sessione di febbraio. Gli studenti che abbiano superato solo una delle due parti (informatica / statistica) potranno recuperare la parte insufficiente o non sostenuta (informatica/statistica) nelle sessioni d'appello. La prova orale verte sugli argomenti trattati durante l'anno accademico nelle due sezioni tematiche ivi comprensive gli argomenti trattati durante le lezioni di laboratorio e relative esperienze di fisica generale. Entro l'anno accademico è possibile ripetere la prova scritta anche in caso di esito positivo ma non ritenuto soddisfacente. La consegna dell'elaborato annulla il voto positivo precedentemente ottenuto in altra prova scritta a meno che non si esprima la volontà di ritirarsi.

Criteri di valutazione:

Criteri di Valutazione della prova scritta ed orale: ? Rielaborazione conoscenze e abilità sviluppate in relazione al corso attraverso quesiti mirati e comprensivi di esercitazioni; ? Azione comunicativa, che in particolare rifletta le competenze relative al linguaggio specifico, alla modalità di comunicazione orale e/o scritta, alle modalità di rappresentazione di argomenti inerenti al corso; Criteri di Valutazione della attività laboratoriale ? Regolarità nella frequenza e nelle attività; ? qualità dei contributi relativamente alle attività previste nelle diverse esperienze di laboratorio; ? gestione delle attività di laboratorio e partecipazione al lavoro di gruppo; ? rielaborazione delle conoscenze e abilità sviluppate in relazione ai contenuti del laboratorio; ? utilizzo di strumenti e materiali forniti durante il corso; ? discussione delle relazioni; ? impostazione e organicità delle relazioni.

Testi di riferimento:

Maurizio Loreti, Teoria degli errori e fondamenti di statistica (introduzione alla fisica sperimentale). : Zanichelli, 2006

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Eventuale ulteriore materiale sarà fornito dai docenti. Gli esercizi svolti a lezione costituiscono parte integrante del corso. Il materiale sarà disponibile su

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1 (INIZIALI COGNOME M-Z)**Titolare:** Prof. DANIELE MENGONI**Periodo:** I anno, annuale**Indirizzo formativo:** Corsi comuni**Tipologie didattiche:** 56A+84L; 13,00**Prerequisiti:**

Conoscenze base di: - algebra; - analisi (equazioni, disequazioni, derivate, integrali, serie); - fisica generale (cinematica, dinamica, termologia). Il livello di conoscenze pregresse richiesto è conforme alla matematica e fisica insegnate nelle scuole superiori di II grado.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Le conoscenze che si intendono acquisite al termine del corso sono relative alla statistica e all'analisi dati riferite ad esperimenti di fisica classica (si veda dettaglio delle conoscenze consultando la sezione contenuti). Inoltre si intende da acquisire: 1. comprensione della terminologia fisica in relazione al trattamento di dati sperimentali e relativa organizzazione; 2. acquisizione di metodi per l'analisi di dati affetti da errori casuali; 3. acquisizione di metodi di misura diretti ed indiretti della stessa grandezza fisica e della migliore procedura per il trattamento dei dati sperimentali; 4. comprensione del significato delle approssimazioni assunte e verifica delle relative ipotesi di partenza; 5. comprensione e stima delle cause di errore casuale e verifica della presenza di errori sistematici ed il loro peso relativo; 6. quantificazione del peso delle varie cause d'errore, limitando l'acquisizione ad un numero congruo di dati in esperimenti semplici; 7. acquisire abilità nell'impiego di un software informatico per l'analisi dati; 8. acquisire un atteggiamento critico nello stilare un quaderno di laboratorio e nella elaborazione dati (comprensivo della definizione dell'intervallo di confidenza dei dati sperimentali); 9. acquisire manualità in laboratorio; 10. organizzazione del lavoro di gruppo e della suddivisione dei compiti.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Saranno impiegate, negli opportuni contesti: - lezioni frontali, specialmente per la parte di informatica, di introduzione alla statistica e alla presentazione della fisica oggetto degli esperimenti inteso come lavoro mentale attivo con finalità alla concettualizzazione astratta dei vari argomenti. - apprendimento cognitivo basato sull'interazione tra studente ed insegnante attorno ad un compito di apprendimento. In tal caso docente fungerà inizialmente da modello di riferimento (modeling), per poi fornire supporto allo studente durante l'esecuzione del compito (coaching), conducendolo gradualmente all'autonomia; - didattica laboratoriale: svolgimento di esperimenti focalizzati rispondendo anche ad istanze sociali in cui la prestazione in gruppo è valorizzata al meglio per promuovere relazioni collaborative. In tale ambito si farà uso anche della metodologia brainstorming; - collaborative learning: ovvero apprendimento in piccoli gruppi, all'interno dei quali gli studenti si avvalgono di una collaborazione reciproca e si sentono corresponsabili del percorso formativo intrapreso (in attività laboratoriale);

Contenuti:

INFORMATICA E PROGRAMMAZIONE 1) Teoria dell'Informazioni. Sistemi di numerazione posizionali. Sistema decimale, binario, ottale ed esadecimale. Cambiamento di base. Rappresentazione dei numeri relativi: modulo e segno, complemento ad uno, complemento a due. Rappresentazione dei numeri razionali: rappresentazione in virgola fissa e in virgola mobile. Standard IEEE-754. 2) Algebra Booleana, Teoria degli insiemi. Algebra booleana: definizione e proprietà. Teorema di De Morgan. Algebra booleana a due elementi {0,1}. Teorema fondamentale dell'algebra booleana. Corollari. 3) Programmazione: Introduzione al C++. La funzione main. La direttiva #include. Utilizzo degli operatori cin e cout. Dichiarazione ed inizializzazione di variabili. Tipi di variabili: char, int, long, float, double, bool. Operatori aritmetici. Conversione di tipo. Espressioni numeriche e relazionali. Operatori logici. L'istruzione if. I cicli: for, while, do-while. L'operatore condizionale. Lo statement switch, break e continue. Array, stringhe, strutture e puntatori. Le funzioni. Prototipi di funzioni. Funzioni inline. Referenze e puntatori. Argomenti di default. Overloading di funzioni. Funzioni templates. Breve introduzioni alle classi ed alla programmazione orientata ad oggetti. 4) Attività di laboratorio: la frequenza è obbligatoria. In particolare saranno trattati i seguenti argomenti: Scrittura di un primo programma in C++. Tutorial di LINUX. La struttura di un programma, introduzione ai diagrammi di flusso. Scrittura di un programma per il calcolo della media, dell'area di un triangolo, della traiettoria di un proiettile. Esercizi di programmazione. INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEGLI ERRORI 1) Misure dirette ed indirette. Strumenti di misura. Errori casuali e sistematici. Cifre significative ed arrotondamenti. Precisione, accuratezza e sensibilità. Probabilità. Eventi e variabili casuali, teoremi della probabilità composta e della probabilità totale. Teorema di Bayes. Esempi e applicazioni. Stime di tendenza centrale e stime di dispersione. Proprietà. Istogrammi. Sovrapposizione di una funzione gaussiana su un istogramma e purazione dati. 2) Variabili casuali discrete: generalità. Popolazioni e campioni. Valore medio di combinazioni lineari. Varianza di combinazioni lineari di variabili casuali statisticamente indipendenti. Legge dei grandi numeri e teorema di Bernoulli. Valore medio e valore vero. Relazione tra varianza dei campioni e varianza della popolazione. Variabili casuali continue: definizione e proprietà, la densità di probabilità e la funzione di distribuzione. Proprietà della speranza matematica e della varianza. La distribuzione uniforme, triangolare, distribuzione di Gauss. Elementi di calcolo combinatorio. La distribuzione di Poisson e relative proprietà. La distribuzione di Bernoulli e relative proprietà. La distribuzione del Chi-quadro: definizione e proprietà. Metodo del minimo χ^2 . Applicazioni del χ^2 e vincoli dei sistemi. Esempi ad applicazioni. 3) Misure indirette Miglior stima del valor vero di una grandezza misurata in modo indiretto. La propagazione degli errori e i limiti della sua validità. Errori massimi e formula di propagazione degli errori massimi. Covarianza e Correlazione lineare e relative proprietà. 4) Stime di parametri. Funzione di verosimiglianza e metodo della massima verosimiglianza. Applicazioni della stima di massima verosimiglianza: media pesata e relativo errore, derivazione dei parametri di una retta per l'origine e una retta generica. 5) Attività di laboratorio con frequenza obbligatoria su argomenti di Meccanica, termologia e termodinamica.

Modalità di esame:

L'esame consta di tre parti: 1. Relazioni delle esperienze svolte in laboratorio sotto forma di elaborati scritti. Ogni relazione è stilata per gruppo (costituito da due/tre studenti ciascuno) e consegnata secondo il calendario fornito dai docenti all'avvio del laboratorio al docente di riferimento. La consegna in ritardo darà luogo a penalizzazione sulla valutazione, la mancata consegna di una o più relazioni invalida la possibilità di sostenere l'esame con esito positivo; 2. prova scritta (relativa ad elementi di Elementi di informatica e programmazione ed Elementi di teoria degli errori e statistica); 3. prova orale relativa ad elementi di Elementi di informatica e programmazione e alla teoria degli errori e statistica nonché sulla discussione critica delle esperienze svolte in laboratorio. Il voto finale è fornito dalla media pesata dei voti presi nelle tre parti. In particolare la prova scritta comprenderà esercizi e dimostrazioni di Elementi di informatica, programmazione (prima parte) e teoria degli errori e statistica (seconda parte). Può essere svolta secondo due modalità: attraverso il superamento delle prove in itinere oppure attraverso l'appello istituzionale. Le prove parziali in itinere, in numero pari a tre, saranno svolte durante l'anno accademico secondo il seguente calendario: ? 1° prova scritta in itinere su "Elementi di informatica e programmazione", I semestre (tra dicembre e gennaio). Tale prova esaurisce la prima parte; ? 2° prova scritta in itinere su Elementi di teoria degli errori e statistica, argomenti presentati nelle lezioni del I semestre (febbraio-marzo); ? 3° prova scritta in itinere su Elementi di teoria degli errori e statistica, argomenti presentati nelle lezioni del II semestre (fine maggio-primi di giugno). La 2° e la 3° prova in itinere saranno valutate complessivamente come un'unica prova relativa alla seconda parte: si considererà sufficiente la performance dello studente la cui media dei voti ottenuti nelle due prove in itinere (2°-3°) sarà almeno pari a 18/30 (con votazione almeno di 15/30 su un compitino). Coloro che avranno raggiunto la sufficienza sulle parti di Elementi di informatica e di Teoria degli errori e statistica saranno ammessi alla prova orale qualora abbiano frequentato il laboratorio e consegnato tutte le relazioni delle esperienze svolte. Coloro che risultassero insufficienti nelle due parti, dovranno sostenere la prova scritta secondo il calendario previsto nelle varie sessioni di appello (2 appelli nella sessione estiva, due appelli nella sessione autunnale ed un appello nella sessione di recupero). Nelle varie sessioni d'appello, la prova scritta sarà articolata in due parti: parte di informatica e parte di

statistica. Agli studenti è concesso di sostenere una o entrambe le parti per ogni appello. Il voto rimarrà valido fino alla sessione di febbraio. Gli studenti che abbiano superato solo una delle due parti (informatica / statistica) potranno recuperare la parte insufficiente o non sostenuta (informatica/statistica) nelle sessioni d'appello. La prova orale verte sugli argomenti trattati durante l'anno accademico nelle due sezioni tematiche ivi comprensive gli argomenti trattati durante le lezioni di laboratorio e relative esperienze di fisica generale. Entro l'anno accademico è possibile ripetere la prova scritta anche in caso di esito positivo ma non ritenuto soddisfacente. La consegna dell'elaborato annulla il voto positivo precedentemente ottenuto in altra prova scritta a meno che non si esprima la volontà di ritirarsi.

Criteria di valutazione:

Criteria di Valutazione della prova scritta ed orale: ? Rielaborazione conoscenze e abilità sviluppate in relazione al corso attraverso quesiti mirati e comprensivi di esercitazioni; ? Azione comunicativa, che in particolare rifletta le competenze relative al linguaggio specifico, alla modalità di comunicazione orale e/o scritta, alle modalità di rappresentazione di argomenti inerenti al corso; Criteria di Valutazione della attività laboratoriale ? Regolarità nella frequenza e nelle attività; ? qualità dei contributi relativamente alle attività previste nelle diverse esperienze di laboratorio; ? gestione delle attività di laboratorio e partecipazione al lavoro di gruppo; ? rielaborazione delle conoscenze e abilità sviluppate in relazione ai contenuti del laboratorio; ? utilizzo di strumenti e materiali forniti durante il corso; ? discussione delle relazioni; ? impostazione e organicità delle relazioni.

Testi di riferimento:

Maurizio Loreti, Teoria degli errori e fondamenti di statistica (introduzione alla fisica sperimentale). : Zanichelli, 2006

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Eventuale ulteriore materiale sarà fornito dai docenti. Gli esercizi svolti a lezione costituiscono parte integrante del corso. Il materiale sarà disponibile su piattaforma Moodle <https://www.elearning.unipd.it/fisica> Laurea in Fisica

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 2 (INIZIALI COGNOME A-L)

Titolare: Prof. ALESSANDRO PATELLI

Periodo: Il anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A+60L; 11,00

Prerequisiti:

La frequenza alle attività di laboratorio del corso di "Sperimentazioni di Fisica 2" è subordinata all'aver frequentato "Sperimentazioni di Fisica 1" e "Fisica Generale 1" alla data di inizio delle attività di laboratorio. L'accesso alle prove di accertamento di "Sperimentazioni di Fisica 2" è subordinato all'aver superato gli esami di "Sperimentazioni di Fisica 1" e "Fisica Generale 1".

Conoscenze e abilità da acquisire:

- Prima parte - Statistica e Analisi Dati: saper analizzare dati con strumenti evoluti di analisi statistica in contesti scientifici di ricerca e sviluppo. - Seconda parte - Laboratorio di Ottica: apprendere metodi di misura ed analisi dei dati nel campo dell'ottica geometrica e ondulatoria. - Terza parte - Laboratorio di Elettromagnetismo: saper calcolare la risposta di un circuito passivo a uno stimolo elettrico, realizzare circuiti elettrici elementari in corrente continua e alternata e riuscire a misurarne alcune grandezze caratteristiche.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

- Prima parte - Statistica e Analisi Dati: Lezioni in aula sui contenuti dell'attività formativa. - Seconda e terza parte - Laboratorio di Elettromagnetismo e Ottica: Lezioni in aula sui contenuti dell'attività formativa e attività 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: PDF: Probability Density Function(s); Densità Normale (richiami); Momenti, Funzione cumulativa, Funzione Caratteristica; Densità Uniforme e Binomiale (richiami); Densità 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 Ottica: 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 verrà utilizzata. Esperienza in laboratorio: - misure della distanza focale di una lente; - caratterizzazione di fenomeni di aberrazione; - diffrazione e interferenza a 2,3,4 fenditure - Misura delle lunghezze d'onda della luce emessa da una sorgente multilinea attraverso uno spettroscopio a reticolo - Misure di indice di rifrazione con uno spettroscopio a prisma - Terza parte - Laboratorio di Elettromagnetismo: Trasformata di Laplace; soluzione di equazioni differenziali ordinarie con il metodo di Laplace. 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. Descrizione delle misure che saranno effettuate in laboratorio e della strumentazione che verrà 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; - adattamento di una rete.

Modalità di esame:

La verifica di profitto è costituita da un giudizio complessivo comprendente la valutazione di: 1. modulo di Statistica e analisi dati (I), consistente in una prova scritta (6pt) 2. modulo di Laboratorio di ottica (II), consistente nelle relazioni scritte sulle esperienze di laboratorio (4pt), e una prova tecnico-pratica sull'attività sperimentale in laboratorio (5pt). 3. modulo di Laboratorio di elettromagnetismo (III), consistente nelle relazioni scritte sulle esperienze di laboratorio (4pt), e una prova tecnico-pratica sull'attività sperimentale in laboratorio (5pt). 4. una prova scritta a scelta multipla sui contenuti teorici del modulo II e III (6pt)

Criteria 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. Loreti, Teoria degli errori e fondamenti di statistica. <http://wwwcdf.pd.infn.it/labo/>; A. Longhin e A. Patelli, Note di Sperimentazioni di Fisica 2 - (dispense). moodle: ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Dispense; lucidi delle lezioni

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 2 (INIZIALI COGNOME M-Z)

Titolare: Prof. ANDREA LONGHIN

Periodo: Il anno, annuale

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A+60L; 11,00

Prerequisiti:

La frequenza alle attività di laboratorio del corso di "Sperimentazioni di Fisica 2" è subordinata all'aver frequentato "Sperimentazioni di Fisica 1" e "Fisica Generale 1" alla data di inizio delle attività di laboratorio. L'accesso alle prove di accertamento di "Sperimentazioni di Fisica 2" è subordinato all'aver superato gli esami di "Sperimentazioni di Fisica 1" e "Fisica Generale 1".

Conoscenze e abilità da acquisire:

- Prima parte - Statistica e Analisi Dati: saper analizzare dati con strumenti evoluti di analisi statistica in contesti scientifici di ricerca e sviluppo. - Seconda parte - Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti, Ottica: Basi teoriche di ottica e di analisi delle reti. 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.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

- Prima parte - Statistica e Analisi Dati: Lezioni in aula sui contenuti dell'attività formativa. - Seconda parte - Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti, Ottica: Lezioni in aula sui contenuti dell'attività formativa e attività 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: PDF: Probability Density Function(s): Densità Normale (richiami); Momenti, Funzione cumulativa, Funzione Caratteristica; Densità Uniforme e Binomiale (richiami); Densità 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. Quadrupoli 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. Prisma e reticolo. Descrizione delle misure che saranno effettuate in laboratorio e della strumentazione che verrà 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 - 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

Modalità di esame:

La verifica di profitto è 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'attività 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, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

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

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso ha l'obiettivo 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 sarà dedicata agli sviluppi della fisica analizzati in parallelo agli sviluppi degli altri settori disciplinari. Uno degli obiettivi del corso è quello di permettere allo studente di ricomporre in un quadro unitario le molteplici ma spesso frammentate nozioni apprese nei suoi studi universitari. Questo "sguardo al passato" – come sosteneva già Francesco Bacone quattro secoli fa – è essenziale per capire il presente e per orientarsi nelle 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 capacità di comprensione, portandoli a un livello che includa anche la possibilità di acquisire la conoscenza dell'origine di alcuni dei temi d'avanguardia nel proprio campo di studi tramite l'uso di libri di testo avanzati e di fonti primarie; 2. l'applicazione delle conoscenze e delle capacità 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 capacità 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'abilità comunicativa, e cioè il saper comunicare informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non specialisti; 5. la capacità di utilizzare le conoscenze che vengono dalla storia del pensiero scientifico per i futuri livelli di apprendimento e lavorativi.

Attività 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" organizzati dal Dipartimento di Fisica e Astronomia. Un modo per correlare la storia della scienza con importanti sviluppi recenti. A seconda della numerosità degli studenti si prevedono visite ai musei dell'Ateneo patavino.

Contenuti:

Il corso, dopo un'introduzione generale sul ruolo e il significato della storia della scienza, si articola in quattro sezioni. La prima illustra alcuni dei caratteri di quella che è oggi nota come "rivoluzione scientifica" soffermandosi sulla nascita dei vari settori scientifici moderni (fisica, chimica, astronomia, geologia, biologia). La seconda sezione tratta alcuni dei principali sviluppi della scienza nell'Ottocento, nei quali si evidenzia il fondamentale ruolo svolto dalla "fertilizzazione incrociata delle scienze". La terza ricostruisce la storia del principio di relatività e dei mutamenti nelle nozioni di spazio e tempo tra Ottocento e Novecento. La quarta sezione, infine, è 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.

Modalità 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. Per facilitare gli studenti alla scelta di un argomento, verrà messa a disposizione una lista indicativa, ma non vincolante, di argomenti sui quali svolgere l'elaborato finale.

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 capacità 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 più avanzati messi a disposizione dal Centro di Ateneo delle Biblioteche.

Testi di riferimento:

Giulio Peruzzi (a cura di), Scienza e realtà. Riduzionismo e antiriduzionismo nelle scienze del Novecento. Milano: Bruno Mondadori, 2000
Giulio Peruzzi, Niels Bohr. Dall'alba della fisica atomica alla big science. Milano: Le Scienze - collana "i grandi della scienza", 2001
Giulio Peruzzi, Vortici e colori. Alle origini dell'opera di James Clerk Maxwell. Bari: Dedalo, 2010
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 relatività. Torino: Bollati Boringhieri, 2005

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, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00

Prerequisiti:

Aver superato gli esami di fisica 1 e fisica 2

Conoscenze e abilità da acquisire:

Riuscire a padroneggiare gli ordini di grandezza che permettono di valutare la possibilità realizzativa di situazioni sperimentali che si incontrano: 1) nella produzione del vuoto e della sua misura, 2) nella gestione del freddo fino a temperature dell'elio liquido e 3) di saper stimare le fonti di rumore in un'ampia gamma di frequenze elettromagnetiche.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Gli studenti saranno portati in laboratorio così da confrontarsi con le metodologie sperimentali presentate nel corso.

Contenuti:

Tecnologie del Vuoto - Elementi teoria cinetica dei gas: cammino libero medio, velocità di pompaggio, portata e conduttanza - Sistemi di pompaggio per basso, alto e ultra alto vuoto - Gauge di vuoto e pressione - Sistemi da vuoto, materiali, test. Criogenia - Modalità di trasporto Calore: Legge di Fourier Conduzione, Irraggiamento, convezione e vuoto - Calore specifico, Conduttività ed Espansione termica dei materiali a freddo - Produzione delle basse temperature: Effetto Joule Thompson - Costruzione di criostati per mantenimento del freddo con cenni alla termometria e bolometria Generazione e propagazione di onde E.M. - Radiazione e antenne - Antenne direzionali - Riflessione, rifrazione e assorbimento - Ionosfera e comunicazione satellitare - Ricevitore radio Supereterodina in AM e FM - Laser e proprietà della radiazione - Infrarossi, visibile, x, γ : balometri, fotodiodi, fototubi e sistemi combinati. - Interferometria ottica: Michelson-Morley, Fabry-Perot. Analisi segnali - Rumore in tensione e corrente - Filtri - Analisi attraverso la media dei segnali - Analisi di ampiezza - Rivelazione attraverso la fase: Lock in

Modalità di esame:

La modalità d'esame sarà presentata all'inizio dell'insegnamento.

Criteri di valutazione:

Per ogni modulo dei 3, presentati durante il corso, sarà assegnato un punteggio da 0 a 10.

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Il Materiale di studio sarà distribuito agli studenti durante le lezioni.

TERMODINAMICA

Titolare: Prof. MATTEO AMBROGIO PAOLO PIERNO

Periodo: III anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

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

Prerequisiti:

Matematica: Analisi I e II, elementi di Algebra lineare. Fisica: Meccanica Newtoniana, Elettromagnetismo classico. Chimica Fisica: reazioni chimiche, equilibrio chimico, teoria cinetica dei gas.

Conoscenze e abilità da acquisire:

CONOSCENZE: Lo studente dovrà acquisire una conoscenza approfondita della Termodinamica, con particolare riferimento alla comprensione trasversale dei principi e dei metodi per passare dallo studio degli stati di equilibrio alla trattazione delle situazioni di non equilibrio. Le conoscenze principali si possono riassumere in: i) Principi generali, equazione fondamentale, potenziali termodinamici, misura dell'entropia. ii) Comportamento dei gas e delle transizioni di fase. iii) Funzioni di stato in presenza di campi esterni. iv) Studio delle configurazioni e dei processi di non equilibrio (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. **ABILITA':** Lo studente dovrà: - Saper operare in modo trasversale, nell'ambito della disciplina, dimostrando di saper stabilire collegamenti chiari e ben giustificati tra parti diverse. - Saper risolvere e affrontare situazioni problematiche chiuse e aperte, ovvero (a) saper operare scelte tra possibilità diverse ma precostituite (problemi "chiusi") e (b) saper orientarsi in situazioni "aperte" (in cui la soluzione va costruita). - Dimostrare consapevolezza sulle scelte scientifiche operate e cioè in riferimento all'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 aspetti disciplinari specifici e situazioni problematiche in cui si devono prospettare soluzioni (problem solving). • Didattica individualizzata (correzione, chiarimenti e approfondimenti). • Esempi tratti da demo e animazioni/simulazioni multimediali

Contenuti:

PROGRAMMA DEL CORSO Termodinamica degli stati di equilibrio - Sistemi macroscopici, microscopici, interagenti, isolati. - Stati di equilibrio. - Equilibrio termico. Principio zero e definizione di temperatura empirica. - Sistemi adiabatici. Sistemi chiusi. - Principi della Termodinamica. - Primo principio: definizione di Energia e quantità di calore. - Secondo principio: entropia e temperatura termodinamica. - Sistemi discontinui come esempio paradigmatico di applicazione del secondo principio. - Macchine termiche e macchine endoreversibili. - Estensione del secondo Principio ai sistemi aperti. - potenziali termodinamici e stabilità degli stati di equilibrio - Relazioni di Maxwell tra potenziali termodinamici - Espansione termica, comprimibilità isoterma e adiabatica. Capacità termiche a pressione e volume costante - Dipendenza dei calori specifici dalla temperatura - Dipendenza dell'entropia da volume e pressione. - Terzo Principio - Proprietà dei gas: sviluppi del viriale, equazione di van der Waals - Misurabilità della temperatura termodinamica. - Evidenza sperimentale sul primo coefficiente del viriale. - Equazioni delle adiabatiche e coefficiente di Joule-Thomson. Curve di inversione. - Transizioni di fase continue e discontinue. Diagrammi di fase. - Punti tripli, punto critico e legge degli stati corrispondenti. - Strati superficiali - Tensione superficiale e potenziali termodinamici negli strati superficiali. Criteri di stabilità del vapore soprassaturo. - Termodinamica in presenza di campi esterni: Caso elettrostatico e magnetico - Termodinamica della radiazione. 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. 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. Termodinamica e Informazione - Il paradosso di Maxwell e l'approccio di Szilard. - Il principio di Landauer. - Entropia di Shannon e quantità (o mancanza) di informazione. - Separazione osservabile-osservatore

Modalità di esame:

Colloquio orale sui contenuti disciplinari

Criteri di valutazione:

La fase di verifica e valutazione degli apprendimenti è correlata alle attività didattiche svolte durante il processo di insegnamento-apprendimento, relativamente a tutte le tematiche proposte. Tenendo conto degli obiettivi delineati verranno valutati complessivamente: (a) la capacità di ragionamento, (b) i progressi raggiunti nella chiarezza, comprensione e proprietà di espressione nonché (c) il monitoraggio della preparazione pregressa.

Testi di riferimento:

Callen, Herbert, Thermodynamics and an introduction to thermostatistics. New York: Wiley, 1985 Guggenheim, Edward Armand, Thermodynamics: an advanced treatment for chemists and physicists. Amsterdam: North-Holland, 1967 Saggion, Antonio; Faraldo Rossella; Pierno, Matteo, Thermodynamics. Fundamental Principles and Applications. Cham, Switzerland: Springer - UNITEXT for Physics, 2019 Prigogine, Ilya, Introduction to thermodynamics of irreversible processes. New York: London, John Wiley, 1961

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

La bibliografia sulla termodinamica è immensa e gli approcci innumerevoli, non solo in Fisica. Il testo "Thermodynamics" di Saggion, Faraldo, Pierno (cf. riferimenti bibliografici) è stato scritto proprio per operare una sintesi coerente che parta dai principi e copra tutte le situazioni di interesse con un approccio esclusivamente termodinamico.