Universita' degli Studi di Padova

FACOLTA' DI SCIENZE MM.FF.NN.

Bollettino Notiziario

Anno Accademico 2008/2009

Laurea in Fisica

Programmi dei Corsi

Curriculum: Corsi comuni

ANALISI MATEMATICA 1

(Titolare: Dott. MARASTONI CORRADO)

Periodo: *I anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *64A; 8,00 CFU*

ANALISI MATEMATICA 2

(Titolare: Dott. MARASTONI CORRADO)

Periodo: *I anno, 3 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *64A; 8,00 CFU*

Prerequisiti :
Analisi matematica I, Geometria.
Proprietà algebriche e topologiche della retta reale. Successioni reali. Funzioni reali di una variabile reale: limiti, confronto locale, continuità, calcolo differenziale, integrale di Riemann. Serie numeriche. Numeri complessi. Spazi vettoriali. Applicazioni lineari. Calcolo matriciale, determinanti. Risoluzione di sistemi di equazioni lineari. Autovalori e autovettori. Applicazioni bilineari. Forme quadratiche. Geometria analitica delle sottovarietà lineari (rette, piani…) dello spazio affine ed euclideo. Forme parametrica e cartesiana delle sottovarietà lineari. Coniche nel piano euclideo.
Obiettivi formativi :
Scopo principale del corso (che è diretta continuazione di Analisi I) è lo studio del calcolo differenziale in più variabili, comprese anche alcune nozioni di base sulle varietà differenziali.
Contenuto dell'attivita' formativa :
Integrali generalizzati, funzioni integrali. Nozioni di base sulle equazioni differenziali. Equazioni del primo ordine a variabili separabili. Generalità sulle equazioni lineari; equazioni lineari del primo ordine e del secondo ordine a coefficienti costanti. Spazi normati; equivalenza delle norme in dimensione finita. Curve derivabili, lunghezza e integrali al differenziale d'arco. Continuità e limiti in più variabili. Nozioni di compattezza, connessione e connessione per archi. Derivate direzionali, differenziale, regole di differenziazione, matrice jacobiana, gradiente. Derivabilità ulteriore. Diffeomorfismi. Massimi e minimi locali, hessiano. Teorema delle funzioni implicite, diffeomorfismi locali. Immersioni e sommersioni. Varietà differenziali, spazio tangente, massimi e minimi vincolati e metodo dei moltiplicatori di Lagrange.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Descrizione verifica profitto :
Esame scritto, eventualmente seguito da un esame orale facoltativo.

ANALISI MATEMATICA 3

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 8,00 CFU*

Prerequisiti :
Analisi Matematica I, Analisi Matematica II, Geometria.
Obiettivi formativi :
Informazioni in lingua non trovateScopo principale del corso (che è diretta continuazione di Analisi Matematica I e II) è di introdurre il calcolo integrale in più variabili ed inoltre di fornire alcuni elementi della teoria delle equazioni differenziali ordinarie.
Contenuto dell'attivita' formativa :
Serie di potenze e sviluppabilità in serie di Taylor. Funzione esponenziale complessa. Integrali multipli, teorema di riduzione e teorema di cambiamento di variabili. Area delle superficie e integrali sulle superficie. Integrali dipendenti da parametro. Forme differenziali lineari. Campi vettoriali, campi irrotazionali e conservativi, flusso di un campo attraverso una superficie parametrica, teorema della divergenza, rotore e formula di Stokes; regole di calcolo con gli operatori vettoriali, laplaciano. Nozione di equazione differenziale, di sistema, di problema di Cauchy. Teoremi di esistenza e unicità. Equazioni autonome ed integrali primi. Equazioni e sistemi differenziali lineari, a coefficienti costanti e non (struttura delle soluzioni, wronskiani, metodo dei coefficienti indeterminati, metodo della variazione delle costanti,...).
Struttura della verifica di profitto :
Scritta
Testi di riferimento :
G. De Marco, "Analisi uno", Ed. Decibel-Zanichelli

Dispense delle lezioni ed assegnazione di esercitazioni via web.

AVVIAMENTO ALLE ATTIVITà DI RICERCA 1

(Titolare: Dott. GARFAGNINI ALBERTO)

Periodo: *I anno, 3 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 4,00 CFU*

C.I. DI FISICA GENERALE 1

Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:

FISICA GENERALE 1 (MOD. A)

(Titolare: Prof. BOBISUT FURIO)

Periodo: *I anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *36A+20E; 7,00 CFU*

Prerequisiti :
Analisi Matematica I, Geometria.
Analisi di funzioni; derivate ed integrali per funzioni con una variabile; equazioni differenziali lineari.
Obiettivi formativi :
Il metodo sperimentale e le leggi della meccanica del punto e dei corpi rigidi. Il metodo sperimentale e le leggi della meccanica dei fluidi e della termodinamica.
Contenuto dell'attivita' formativa :
(I PARTE)
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. Lavoro ed energia cinetica. Teorema dell'energia. Forze conservative. Energia potenziale. Moto armonico. Il sistema massa-molla. Quantità di moto. Impulso. Forze impulsive. 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. Cinematica e dinamica nei sistemi di riferimento accelerati. Forze di inerzia. Corpo rigido. Rotazione intorno ad un asse fisso. Urti tra corpi rigidi. Rotolamento. Rotazione intorno ad assi non di simmetria. Precessione. Giroscopio. Statica.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Testi di riferimento :
A. Bettini “Meccanica e termodinamica”
P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci “Fisica 1

FISICA GENERALE 1 (MOD. B)

(Titolare: Prof. BOBISUT FURIO)

Periodo: *I anno, 3 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *36A+20E; 7,00 CFU*

Prerequisiti :
Analisi Matematica I, Geometria.
Analisi di funzioni; derivate ed integrali per funzioni con una variabile; equazioni differenziali lineari.
Obiettivi formativi :
Il metodo sperimentale e le leggi della meccanica del punto e dei corpi rigidi. Il metodo sperimentale e le leggi della meccanica dei fluidi e della termodinamica.
Contenuto dell'attivita' formativa :
(II PARTE)
Moto nel sistema di riferimento terrestre. I pendoli. L'oscillatore smorzato con attrito radente, con attrito viscoso. Risonanza. Cenni ai fenomeni di superficie. Proprietà elastiche dei solidi. Equilibrio termico, principio zero della termodinamica cenni alla temperatura. Termometro a gas. Equilibrio t.d.; equazione di stato. Lavoro. Energia interna; calore. Il I principio della t.d.. Calori specifici; calori latenti; trasmissione del calore. Gas ideali: espansione libera; energia interna . Relazione di Mayer, equazione di Poisson. Teoria cinetica dei gas. Proprietà dei fluidi reali. Macchine termiche. Il II principio della t.d. Reversibilità. Ciclo di Carnot. Teorema di Carnot. Temperatura t.d.. Teorema di Clausius. Entropia. Principio dell'aumento dell'entropia; entropia ed energia inutilizzabile. Cenni all'interpretazione statistica

dell'entropia. Eq. di Clapeyron. Statica dei fluidi. Dinamica dei fluidi. Viscosità; cenni alla resistenza di scia e vorticosa. Leggi di Keplero. La forza di gravitazione universale. Le orbite dei satelliti. L'esperienza di Cavendish.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Testi di riferimento :
A. Bettini "Meccanica e termodinamica"
P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci "Fisica 1"

C.I. DI FISICA GENERALE 2

Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:

FISICA GENERALE 2 (MOD. A)

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *; 7,00 CFU*

Prerequisiti :
Analisi Matematica I, Analisi Matematica II, Fisica Generale I, Geometria.
Equazioni differenziali. Derivate direzionali, gradiente. Regole di differenziazione. Integrali multipli. Flusso e teorema della divergenza. Rotore e formula di Stokes.
Obiettivi formativi :
Il metodo sperimentale e le leggi dell'elettrostatica e dell'elettrodinamica. Sintesi dell'elettromagnetismo nelle equazione di Maxwell. Le oscillazioni e le onde. Onde sonore e onde luminose. Ottica fisica e geometrica.
Contenuto dell'attivita' formativa :
(I PARTE)
Legge 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. 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 Biot-Savart. Legge della circuitazione di Ampere. Potenziale vettore. Prima legge di Laplace . Forze tra correnti. Definizione di 0. Momento di dipolo magnetico. Induzione elettromagnetica. Legge di Faraday-Lenz. Mutua e auto-induttanza. Circuiti a costanti concentrate. Soluzioni stazionarie di circuiti con f.e.m. alternata. Impedenza complessa. Risonanza in circuiti RLC. Energia di un sistema di correnti. Proprietà magnetiche dei materiali. Vettore magnetizzazione. Correnti di magnetizzazione Vettore H. Ferromagnetismo; curva di isteresi.

Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Testi di riferimento :
A. Bettini, "Elettromagnetismo", Decibel-Zanichelli
P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Fisica, vol. 2", EdiSES
R.P. Feynman, "Lezioni di Fisica", vol. I e II
A. Bettini, "Le onde e la luce", Decibel-Zanichelli.

FISICA GENERALE 2 (MOD. B)

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *; 7,00 CFU*

Prerequisiti :
Analisi Matematica I, Analisi Matematica II, Fisica Generale I, Geometria.
Equazioni differenziali. Derivate direzionali, gradiente. Regole di differenziazione. Integrali multipli. Flusso e teorema della divergenza. Rotore e formula di Stokes.

Obiettivi formativi :
Il metodo sperimentale e le leggi dell'elettrostatica e dell'elettrodinamica. Sintesi dell'elettromagnetismo nelle equazione di Maxwell. Le oscillazioni e le onde. Onde sonore e onde luminose. Ottica fisica e geometrica.
Contenuto dell'attivita' formativa :
(II PARTE)
Oscillatori a due gradi di libertà, a più gradi di libertà. Corda vibrante. Equazione classica delle onde. Armoniche. Relazione di dispersione. Cenni all'analisi di Fourier. Onde progressive. Mezzi dispersivi e non. Riflessioni. Impedenza caratteristica. Legge di Ohm in regime

sinusoidale. Impedenza complessa. Circuito oscillante. Onde in tre dimensioni. Onde sonore. Intensità sonora.
Equazioni di Maxwell. Densità di energia e flusso di energia del campo e.m.. Soluzioni delle equazioni di Maxwell nel vuoto e nei mezzi materiali lineari. Onde elettromagnetiche. Esperimento di Hertz. Intensità onde e.m. Campo di radiazione. Spettro onde e.m. Effetto Doppler per le onde sonore. Fenomeni impulsivi. Velocità di gruppo. Misure della velocità della luce. Ottica geometrica. Leggi di rifrazione e riflessione. Interpretazione ondulatoria di Rifrazione e riflessione. Indice rifrazione complesso Interferenza e diffrazione. Principio di Huygens-Fresnel. Fori di Young. Coerenza spaziale e temporale. Lamina a facce piane e parallele. Frange di uguale inclinazione e di ugual spessore. Interferenza tra molte sorgenti in campo lontano. Reticol di Fraunhofer. Figura di interferenza di un reticolo. Potere risolutivo. Diffrazione da una fenditura e da una apertura circolare. Potere risolutivo di una lente. Diffrazione da centri distribuiti casualmente. Immagini. Specchio piano, parabolico, sferico. Dispersione della luce in un prisma. Equazione delle lenti sottili. Ingrandimento trasversale ed angolare. Potere risolutivo di uno strumento ottico, imperfezioni di superfici ottiche, profondità di campo. Strumenti ottici. Stati di polarizzazione lineare, circolare, ellittica. Polarizzazione per riflessione (angolo di Brewster), diffusione, dicroismo. Legge di Malus. Analizzatori. Onde e.m. in mezzi non isotropi. Birifrangenza. Lamina a quarto d'onda. Birifrangenza artificiale. Attività ottica.

Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Testi di riferimento :
A. Bettini, "Elettromagnetismo", Decibel-Zanichelli
P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Fisica, vol. 2", EdiSES
R.P. Feynman, "Lezioni di Fisica", vol. I e II
A. Bettini, "Le onde e la luce", Decibel-Zanichelli.

C.I. DI LABORATORIO DI FISICA

Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:

LABORATORIO DI FISICA (I PARTE)

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *; 5,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica Generale I, Fisica Generale II, Sperimentazioni di Fisica I
Propedeuticita' :
Sperimentazioni di Fisica II
Obiettivi formativi :
Metodi di misura ed analisi dei dati nel campo dell'ottica fisica e geometrica. Scopo del corso è di addestrare all'uso della sperimentazioni di laboratorio relativamente agli aspetti di fisica atomica e interazione di fotoni e particelle cariche con la materia.
Contenuto dell'attivita' formativa :
(I PARTE)
Metodologie di analisi dei dati sperimentali. Aspetti sperimentali di ottica geometrica. Misure di focale di una lente. Caratterizzazione di fenomeni di aberrazione. Aspetti sperimentali di ottica ondulatoria. Fenomeni di diffrazione e interferenza da una o più fenditure rettilinee. Fenomeni di polarizzazione della luce. Misure di lunghezza d'onda con il reticolo di diffrazione. Misure di dispersione della luce da un prisma. Misure di fenomeni di polarizzazione della luce.

Struttura della verifica di profitto :
Orale, Pratica
Testi di riferimento :
Dispense

LABORATORIO DI FISICA (II PARTE)

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *; 4,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica Generale I, Fisica Generale II, Sperimentazioni di Fisica I
Propedeuticita' :
Sperimentazioni di Fisica II
Obiettivi formativi :
Metodi di misura ed analisi dei dati nel campo dell'ottica fisica e geometrica. Scopo del corso è di addestrare all'uso della sperimentazioni di laboratorio relativamente agli aspetti di fisica atomica e interazione di fotoni e particelle cariche con la materia.
Contenuto dell'attivita' formativa :
(II PARTE)
Messa a punto degli apparati, acquisizione dati e relativa analisi di quattro esperimenti, due di fisica atomica e due sull'interazione dei

fotoni e di particelle cariche con la materia:
1) Identificazione di un elemento con il metodo di Hartmann
2) Effetto Zeeman normale 3) Rivelazione di fotoni con un fotodiodo
4) Rivelazione di particelle cariche con una camera di Bragg Lezioni introduttive richiamano i fenomeni considerati negli esperimenti e illustrano i metodi usati per la scelta degli apparati. Lezioni specifiche illustrano i metodi per l'analisi dati.

Struttura della verifica di profitto :
Orale, Pratica
Testi di riferimento :
Dispense

C.I. DI SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1

Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1 (MOD. A)

(Titolare: Dott. GARFAGNINI ALBERTO)

Periodo: *I anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *20A+6E+16L; 4,00 CFU*

Obiettivi formativi :
Lo scopo del corso e' fornire una introduzione sui sistemi operativi UNIX-like,
in particolare LINUX, e di dare le basi della programmazione in linguaggio C
con alcuni esempi pratici nel campo della fisica.
Contenuto dell'attivita' formativa :
Verrà presentata agli studenti l'attuale configurazione dell'aula informatica del Dipartimento di Fisica, a livello di calcolatori e sistemi operativi disponibili.
Successivamente il corso pretende essere un'introduzione all'uso del programma Mathcad (R) con la finalizzazione dell'analisi dei dati delle esperienze di laboratorio che gli studenti affronteranno nei corsi di fisica sperimentale. In particolare si tratterà di quali sono i comandi principali che devono essere utilizzati in questo programma alfine di manipolare variabili ad una o più dimensioni, introdurre grafici ed utilizzare programmi di interpolazione di dati memorizzati.
Verranno infine presentati degli esempi di acquisizione ed analisi di dati mediante strumentazione collegata ad un calcolatore.

Parte I:
- Cenni di algebra booleana;
- La rappresentazione di dati.
- Breve introduzione ai sistemi operativi.
- Schema di funzionamento di LINUX (kernel/file system). La shell tsch, i comandi fondamentali.
- Introduzione all'uso di emacs e di gnuplot.
Parte II:
- Le basi del linguaggio C:
+ introduzione storica;
+ gli strumenti per la compilazione e il debugging;
+ La struttura di un programma C.
- Sintassi e semantica del linguaggio C:
+ gli elementi lessicali;
+ le dichiarazioni e i tipi;
+ aritmetica, espressioni, operazioni e operatori;
+ le operazioni di input/output;
+ il flusso di controllo;
+ gli array e i puntatori;
+ i sottoprogrammi;
+ le stringhe;
+ le strutture;
+ i file;
+ le librerie standard del C.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1 (MOD. B)

(Titolare: Dott.ssa SADA CINZIA)

Periodo: *I anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *7A+24L; 4,00 CFU*

Obiettivi formativi :
Il corso si propone di introdurre agli studenti tecniche di misura e di analisi di dati affetti principalmente da errori casuali affrontando esperimenti di meccanica classica.
Contenuto dell'attivita' formativa :
L'iter formativo prevede l'apprendimento di alcune tecniche di misura in ambito della meccanica classica e relativa applicazione in esperimenti mirati. Il corso perciò mira a introdurre metodi per l'organizzazione e analisi dei risultati di misure sperimentali acquisendo un approccio critico nella quantificazione dei vari contributi di errore, nella comprensione del significato delle approssimazioni assunte e verifica delle relative ipotesi di partenza.

In particolare saranno perciò trattati da un punto di vista teorico si seguenti argomenti:

Generalità: misure dirette ed indirette; unità di misura fondamentali e derivate; strumenti di misura e loro caratteristiche; errori causali, errori sistematici e loro cause errore assoluto ed errore relativo; cifre significative ed arrotondamenti.

Riferimenti: Cap.1 e Cap.2 Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica, M. Loreti

Probabilità: eventi e variabili casuali; la probabilità: definizione classica e definizione empirica, legge della probabilità totale, definizione di probabilità composta, totale condizionata

Riferimenti Cap. 3 paragrafo 3.1, 3.2, 3.3, Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica, M. Loreti

Organizzazione dei dati: istogrammi; stime di tendenza centrale: moda, mediana, media aritmetica; proprietà della media aritmetica; media e frequenze; medie pesate; giustificazione della media; stime di dispersione.
Riferimenti: Cap. 4 Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica, M. Loreti

Variabili casuali: popolazioni e campioni; definizione di speranza matematica; cenni su speranza matematica delle combinazioni lineari di variabili casuali; speranza matematica delle medie dei campioni; varianza delle combinazioni lineari di variabili casuali statisticamente indipendenti; legge dei grandi numeri relazione tra varianza delle medie di campioni e varianza della popolazione; relazione tra varianza dei campioni e varianza della popolazione; stima della varianza della popolazione a partire da un campione.
Riferimenti: Cap.5 sezioni 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 solo enunciato della legge dei grandi numeri); 5.7, 5.8, 5.9, 5.10 Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica, M. Loreti.

Misure dirette: variabili continue; densità di probabilità; la funzione di Gauss; proprietà delle popolazioni normali (senza derivazione ma riportandoselo i risultati): valore medio e varianza; scarto normalizzato; significato geometrico dell'errore quadratico medio delle popolazioni normali; misure non ripetute; esame dei dati; compatibilità tra un valore misurato ed una costante; compatibilità tra due valori misurati.
Riferimenti: Cap.6 sottosezioni 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4 (momenti del secondo ordine) Cap. 9 sezioni 9.1, 9.2, 9.5, 9.6, 9.7, senza derivazione matematica: 9.2, 9.3, 9.4., Cap. 12 sezioni 12.3 e 12.5, Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica, M. Loreti

Misure indirette: miglior stima; valore medio della migliore stima; errori nelle combinazioni lineari di misure dirette; la formula di propagazione degli errori ed i limiti della sua validità; errori dei prodotti di potenze.
Riferimenti: Cap.10 sezioni 10.1, 10.2, 10.3, 10.4

Gli argomenti sopra citati troveranno applicazione nell'esecuzione di alcuni esperimenti, come di seguito riportato:

Misure ripetute
Misure ripetute delle oscillazioni di un pendolo, misura diretta ed indiretta del periodo.

Piano inclinato
Moto di un grave sul piano inclinato trascurando l'attrito viscoso: la legge del moto; l'indipendenza dell'accelerazione dalla massa; determinazione di g; dipendenza dell'accelerazione dall'inclinazione del piano.

Volano
Moti di rotazione con asse fisso e loro caratteristiche; momento d'inerzia; le leggi del moto del volano nelle due condizioni studiate; determinazione del momento d'inerzia del volano e del momento delle forze d'attrito.

Estensimetro
Verifica della legge di Hooke; misura del modulo di Young di sostanze differenti; verifica della dipendenza della costante elastica da lunghezza e sezione del filo.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta
Descrizione verifica profitto :
Prova scritta riguardante gli argomenti affrontati da un punto di vista teorico e sull'analisi dati, valutazione delle relazioni di laboratorio svolte in gruppo con discussione orale del relativo contenuto. La relazione di laboratorio per una data esperienza dovrà esser consegnata al docente entro 7gg dall'ultimo turno di laboratorio riservato alla sua esecuzione e sarà il frutto del lavoro di gruppo (non sono ammesse relazioni da parte dei singoli studenti). La consegna delle relazioni di tutte le esperienze di laboratorio costituisce infatti il prerequisito per l'ammissione alla prova scritta. La discussione e correzione di ciascuna di esse sarà concordata con il docente ma non costituisce di per sé un prerequisito per l'ammissione alla prova scritta. Inoltre, saranno ammessi a sostenere la prova scritta solo coloro i quali avranno completato la frequenza ai tutti i turni di laboratorio. Sono previste delle giornate di recupero in caso di assenza giustificata.

In particolare le competenze acquisite saranno verificate come segue:
 prova scritta: verifica delle competenze n.1, 2, 3, 4, 5.
 valutazione delle relazioni di laboratorio e relativa discussione orale: verifica delle competenze n.1, 3, 4, 5, 6, 7.
 attività di laboratorio (durante l'esecuzione delle esperienze): verifica delle competenze n. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

La verifica delle competenze si concretizzerà in un giudizio complessivo comprendente l'esito della prova scritta (espressa in trentesimi),

valutazione delle relazioni di laboratorio e relativa discussione (espressa in decimi) e dell'attività di laboratorio (espressa in decimi). In particolare, la formulazione del giudizio complessivo sarà il frutto di una media pesata delle tre verifiche delle competenze sopra esposte come di seguito riportato:
 qualità, correttezza e approfondimento nella elaborazione e presentazione dei dati, criticità nella discussione dei risultati, capacità nel riconoscere e trattare la presenza di errori casuali e sistematici: 60%
 conoscenze e comprensione della teoria affrontata, partecipazione ed interesse: 40%.

Si riportano nella Tab.1 le modalità di verifica delle competenze secondo gli indicatori di Dublino.

Saranno ammessi a sostenere la prova scritta solo coloro i quali avranno completato la frequenza ai tutti i turni di laboratorio. Sono previste delle giornate di recupero in caso di assenza giustificata.
Testi di riferimento :
"Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica", M. Loreti, scaricabile all'indirizzo: http://wwwcdf.pd.infn.it/labo/INDEX.html

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1 (MOD. C)

(Titolare: Prof. SARTORI GIORGIO)

Periodo: *I anno, 3 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *12A+30L; 4,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica Generale I.
Propedeuticita' :
Frequenza al corso di Sperimentazioni di Fisica I.
Contenuto dell'attivita' formativa :
L'iter formativo prevede l'apprendimento di come organizzare, analizzare i dati e proporre i risultati in un report scientifico. Gli studenti dovranno perciò concentrarsi sull'acquisire un approccio critico sulla presa dati e relativa analisi comprendendo il significato ed il limite delle approssimazioni assunte, verificando delle relative ipotesi di partenza e confrontando, qualora possibile, diversi metodi di misura. Sarà inoltre completata la presentazioni di metodi di analisi dati non affrontati nel corso di Esperimentazioni di Fisica 1, con particolare riferimento a:

Interpolazione lineare: cenni sulla funzione di verosimiglianza (solo significato), il problema dell'interpolazione lineare risolto con la funzione di verosimiglianza; le formule dei minimi quadrati; gli errori nell'interpolazione lineare; la formula dell'errore a posteriori; i limiti delle formule dei minimi quadrati; l'interpolazione lineare nel caso generale; interpolazione con una retta per l'origine.
Riferimenti: Cap.11 sezioni 11.1, 11.2, 11.4, "Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica", M. Loreti

Misure dirette: medie pesate di misure aventi errori differenti; la media aritmetica come miglior stima con la funzione di verosimiglianza.
Riferimenti: Cap.11 sezioni 11.3, "Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica", M. Loreti

Gli argomenti sopra citati troveranno applicazione nell'esecuzione di alcuni esperimenti di meccanica classica e termodinamica, come di seguito riportato:

Pendolo di Kater
Pendolo semplice e pendolo composto; piccole e grandi oscillazioni; il pendolo reversibile di Kater; misura di g col pendolo reversibile.

Attrito viscoso:
Verifica della legge di Stokes; misura della viscosità di un fluido.

Calorimetria
Il calorimetro delle mescolanze; determinazione del calore specifico di una sostanza col calorimetro delle mescolanze.

Equazione di stato dei gas
Studio delle isoterme di un gas a varie temperature; andamento di p in funzione di T a volume costante; determinazione dello zero della scala assoluta.

Pendolo a torsione
Misura del periodo di un pendolo torsione.

Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Descrizione verifica profitto :
La verifica delle competenze si concretizzerà in un giudizio complessivo comprendente l'esito della prova scritta (espressa in trentesimi), valutazione delle relazioni di laboratorio e relativa discussione (espressa in decimi) e dell'attività di laboratorio (espressa in decimi). In particolare, la formulazione del giudizio complessivo sarà il frutto di una media pesata delle tre verifiche delle competenze sopra esposte come di seguito riportato:
 qualità, correttezza e approfondimento nella elaborazione e presentazione dei dati, criticità nella discussione dei risultati, capacità nel riconoscere e trattare la presenza di errori casuali e sistematici: 60%
conoscenze e comprensione della teoria affrontata, partecipazione ed interesse: 40%.

C.I. DI SPERIMENTAZIONI DI FISICA 2

Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 2 (I PARTE)

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *; 4,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica Generale I, Fisica Generale II, Sperimentazioni di Fisica I.
Obiettivi formativi :
Metodi di misura ed analisi dei dati per circuiti elettrici elementari in corrente continua e alternata.
Addestramento all'uso della strumentazione elettronica mediante attività di progettazione
Contenuto dell'attivita' formativa :
-Metodologie di analisi dei dati sperimentali.
-Strumenti a bobina mobile e multimetri digitali per misure di corrente, tensione e resistenza.
-Analisi di circuiti resistivi.
-Misure elettriche e circuiti in corrente continua.
-Misure di resistività
-Principio di funzionamento e uso dell'oscilloscopio.
-Circuiti RC e RL in serie: curve caratteristiche e risposta in frequenza.
-Circuiti RLC in serie: oscillazioni libere smorzate e oscillazioni forzate.

Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Descrizione verifica profitto :
P.Horowitz:"The art of electronics" Cambridge University Press
J. Millman:"Microelectronics" McGraw-Hill

SPERIMENTAZIONI DI FISICA 2 (II PARTE)

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 3 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *; 4,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica Generale I, Fisica Generale II, Sperimentazioni di Fisica I.
Obiettivi formativi :
Metodi di misura ed analisi dei dati per circuiti elettrici elementari in corrente continua e alternata.
Addestramento all'uso della strumentazione elettronica mediante attività di progettazione
Contenuto dell'attivita' formativa :
Lezioni in aula: Richiami di elementi di teoria delle reti. Quadrupoli. Circuiti equivalenti.Cavi coassiali. Diodo. Transistor bipolare: comportamento in continua e risposta ai segnali in bassa frequenza. L'amplificatore operazionale. Esercitazioni: 1) La strumentazione di laboratorio; esercitazioni all'oscilloscopio 2) Circuiti elementari a resistenze e condensatori. Misura della risposta a segnali periodici non sinusoidali al variare della frequenza. Misure d'impedenza. 4) Diodo. Misura della risposta a un segnale periodico a media nulla. Realizzazione di un generatore di segnali impulsivi. 5) Transistor. Il transistor come interruttore: misura della risposta a un segnale in onde quadre. Realizzazione di un amplificatore, in configurazione CE, con emitter follower. 6) Amplificatore operazionale. Realizzazione di circuiti elementari con operazionali
Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Testi di riferimento :
P.Horowitz:"The art of electronics" Cambridge University Press
J. Millman:"Microelectronics" McGraw-Hill

STATISTICA PER L'ANALISI DATI

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *; 4,00 CFU*

Contenuto dell'attivita' formativa :
In base alla rimodulazione del corso di Sperimentazioni di Fisica I e II sopra menzionata, confluirebbero nel corso di statistica per l'analisi dati vari argomenti. Alcuni saranno comunque accennati in modo euristico nel corso di Sperimentazioni e richiedono perciò una

formalizzazione e contestualizzazione precisa nel corso di Statistica. In questo caso non si intende riproporre gli stessi argomenti due volte va vederli da prospettive diverse: ciò richiede ovviamente una coordinazione efficace con il docente di Statistica che non ritengo un problema. Alcuni argomenti invece non saranno trattati in Sperimentazioni perché non trovano applicazione nella esecuzione delle esperienze.
Credo che le applicazioni debbano esser presi da casi reali di ricerca o da esperienze dei laboratori di didattica. Anche se gli studenti non hanno il bagaglio culturale per capire il problema fisico, credo che vedere esempi reali possa dar loro una percezione di quello che affronteranno negli anni successivi. Sono inoltre convinta che questo corso lo debba tenere un fisico e non un matematico (e, possibilmente, nemmeno un fisico matematico) altrimenti temo diventerebbe molto teorico.
Prendendo come riferimento il libro di Maurizio Loreti "Teoria degli Errori e Fondamenti di Statistica" ho di seguito elencato alcuni argomenti che secondo me potrebbero esser trattati nel corso di Statistica per l'analisi dati. Le parti sottolineate in giallo e l'ordine degli argomenti sono suggerimenti di Marcello Lunardon e Denis Bastieri.

Probabilità
Eventi e variabili casuali. Definizione di probabilità: definizione classica ed empirica.
Proprietà della probabilità. Evento complementare, probabilità totale, condizionata, composta, teorema di Bayes. Definizione assiomatica della probabilità e relative proprietà (con teoremi e derivazioni). Convergenza statistica.

Stime
Stime di tendenza centrale: moda, mediana, media aritmetica, media armonica, media geometria, media quadratica. Giustificazione della media. Stime di dispersione: semidispersione massima e quantici. Deviazione media assoluta (errore medio). Varianza e deviazione standard. Giustificazione della media. Stima di massima verosimiglianza. Applicazioni: un esempio di stima sufficiente. Applicazioni della stima di massima verosimiglianza: stima della vita media di una particella. Funzione di verosimiglianza. Teorema di Cramer Rao. Media pesata.

Variabili casuali unidimensionali discrete
Generalità. Popolazioni e campioni. Valore medio di combinazioni lineari. Varianza di combinazioni lineari di variabili casuali statisticamente indipendenti. Valore medio di una serie di campioni campione. Speranza matematica delle medie dei campioni. Errore della media dei campioni. Legge dei grandi numeri: disuguaglianza di Bienaumè-Cébysef, teorema di Cébysef, teorema do Bernoulli. Valore medio e valore vero. Scarto quadratico medio, stima della varianza della popolazione. Relazione tra varianza dei campioni e varianza della popolazione; stima della varianza della popolazione a partire da un campione. Errore della varianza.
Applicazioni nella fisica delle particelle elementari, nucleare, fisica della materia, astrofisica, biofisica, elettronica.

Variabili casuali unidimensionali continue
Densità di probabilità. Speranza matematica per variabili continue. I momenti. Funzione generatrice e funzione caratteristica. Funzioni caratteristiche di variabili discrete. Cambiamento di variabile casuale. I valori estremi di un campione. Applicazioni nella fisica delle particelle elementari, nucleare, fisica della materia, astrofisica,biofisica, elettronica (da definire).

Distribuzioni statistiche
Distribuzione uniforme. Applicazioni: decadimento °, applicazioni nella fisica nucleare, fisica della materia astrofisica, biofisica elettronica (da definire). Generazione di numeri casuali con distribuzione data. Esempio: valori estremi di un campione di dati a distribuzione uniforme.. Distribuzione normale. Distribuzione di Cauchy e rapporto di due variabili normali. Distribuzione di Bernoulli. Applicazioni: decadimenti radioattivi, rapporto di asimmetria. Distribuzione di Poisson. Applicazioni nei vari ambiti della fisica. Esperimenti negativi, rapporto di asimmetria. Distribuzione esponenziale. Distribuzione di Erlang. Distribuzione composta di Poisson. Applicazioni in vari ambiti della fisica. Segnale e fondo. Distribuzione log-normale. Distribuzione normale in più dimensioni. Applicazioni della stima di massima verosimiglianza: stima di probabilità, media e varianza di una popolazione normale. Range di una popolazione uniforme.

Funzione di Gauss.
Funzione di Gauss. Proprietà della legge normale con dimostrazioni. Scarto normalizzato. Significato geometrico di . Applicazioni in vari ambiti della fisica. Il modello di Laplace e la funzione di Gauss. Teorema del limite centrale. Applicazione: numeri casuali normali.

Variabili casuali pluridimensionali.
Variabili bidimensionali: momenti, funzione caratteristica e funzione generatrice. Cambiamento di variabile casuale. Esempi esplicativi: rapporto di due variabili casuali indipendenti, decadimento debole della °, decadimento debole K°e3, applicazioni nella fisica nucleare, fisica della materia astrofisica, biofisica elettronica (da definire).
Variabili casuali in più di due dimensioni. Applicazioni nella fisica nucleare, fisica della materia astrofisica, biofisica elettronica (da definire).

Covarianza e Correlazione
Covarianza. Correlazione lineare. Propagazione degli errori per variabili correlate. Applicazione all'interpolazione lineare. Equazione dei minimi quadrati. Verifica delle ipotesi sulla correlazione lineare. Correlazione tra i coefficienti della retta. Stima puntuale mediante l'interpolazione lineare. Verifica di ipotesi nell'interpolazione lineare. Adeguatezza dell'interpolazione lineare o polinomiale. Run test per i residui. Applicazioni alla stima dei parametri.

Interpolazione
Approfondimento degli argomenti trattati in Sperimentazioni II. Funzione di verosimiglianza, derivazione delle formule dei minimi quadrati, errori sull'interpolazione, derivazione della formula a posteriori. Interpolazione: caso generale. Ruolo dell'errore sistematico nella modifica dei parametri dell'interpolazione.

Verifica delle Ipotesi.
Test dei residui, significato e applicabilità. Contour plot e test del 90-95%. Distribuzione del 2. Compatibilità dei dati con una distribuzione. Metodo del minimo 2. Test di omogeneità per i dati raggruppati. Esempi: diffusione elastica protone-protone, esempi tratti da vari ambiti della fisica. Compatibilità con un valore prefissato. Piccoli campioni e distribuzione di Student. Compatibilità di due valori misurati. Distribuzione di Fisher. Confronto tra varianze. Metodo di Kolmogorov e Smirnov. Lemma di Neyman-Pearson. Test di massima potenza uniforme. Rapporto delle massime verosimiglianze. Applicazione: ipotesi sulle probabilità, valore medio di una

popolazione normale. Applicazioni in vari ambiti della fisica.

Appendice

Calcolo combinatorio
Lemma fondamentali. Fattoriale di un numero intero. Disposizioni. Permutazioni. Permutazioni con ripetizione. Combinazioni. Partizioni ordinate

Struttura della verifica di profitto :
Scritta

CHIMICA

(Titolare: Dott. VITTADINI ANDREA)

Periodo: *I anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *40A; 5,00 CFU*

Obiettivi formativi :
Conferire conoscenze di base delle strutture molecolari, dei legami chimici e delle leggi che governano le reazioni chimiche.
Contenuto dell'attivita' formativa :
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 COLLIGATIVE. Soluzioni. Abbassamento della tensione di vapore. Legge di Raoult. Innalzamento ebullioscopio e abbassamento crioscopico. Membrane semipermeabili. Pressione osmotica.
EQUILIBRIO CHIMICO. Cenni di cinetica 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. Acidi e basi mono e poliprotici.
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.
ESERCITAZIONI. Calcoli stechiometrici. Esercitazioni sugli argomenti trattati nel corso.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale

ELETTRONICA

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 6,00 CFU*

Contenuto dell'attivita' formativa :
- Il diodo a giunzione: Proprietà fisiche dei semiconduttori.
Drogaggi P e N. Giunzione PN. Zona di svuotamento.
Diodo polarizzato direttamente e inversamente.
Caratteristica V-I. Capacita` di transizione e di diffusione.
Contatti ohmici. Diodo Schottky e Zener. Circuiti a diodi.
Tempi di commutazione.
- Il transistor BJT: Fisica del dispositivo.
Circuiti equivalenti alle basse e alte frequenze.
Configurazione CE, CB e CC. Curve caratteristiche d'ingresso e di uscita.

Circuiti di polarizzazione. Fattori di stabilità. Transistor come switch e come amplificatore. Feedback. Progettazione ed analisi di amplificatori a transistor in bassa e alta frequenza. Stabilità in presenza di feedback.
- Il JFET e MOSFET: Fisica dei dispositivi. Circuiti equivalenti alle basse e alte frequenze. Polarizzazione. Curve caratteristiche. Amplificatori a FET.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta

ESAME INTEGRATO: ISTITUZIONI DI FISICA DELLA MATERIA E ISTITUZIONI DI FISICA NUCLEARE

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 12,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica 1F, Fisica 2F, Fisica 3F, Fisica 4F, Istituzioni di Meccanica Quantistica

ISTITUZIONI DI FISICA DELLA MATERIA

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *; 6,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica Generale I, Fisica Generale II, Istituzioni di Meccanica Quantistica
Obiettivi formativi :
Il corso si propone di applicare le leggi della fisica alla struttura atomica e molecolare della materia con attenzione agli esperimenti fondamentali.
Contenuto dell'attivita' formativa :
-atomi in campi statici il modello vettoriale e la trattazione quantomeccanica, effetto Zeeman, effetti Paschen-Back e Stark
-interazione atomo-radiazione atomi in campi magnetici (trattazione semiclassica e modello vettoriale), l'approssimazione di dipolo elettrico, regole di selezione
-atomi a più elettroni l'atomo di He, l'emissione X (Bremsstrahlung; lo spettro discreto – legge di Moseley), accoppiamenti L-S, i metalli alcalini, i metalli con più elettroni ottici, la tavola periodica
-legame chimico, molecole lo ione H2+, la molecola di idrogeno - orbitali di legame e di antilegame, legame ionico e covalente, l'interazione di Van der Waals ed il potenziale di Lennard-Jones
-stati vibrazionali delle molecole l'hamilatoniana del sistema, modi vibrazionali e rotazionali, spettroscopie
-solidi cristallini la diffrazione alla Bragg, la diffrazione alla Laue, il reticolo reciproco
-il cristallo armonico onde elastiche in un mezzo continuo, onde elastiche in un mezzo discreto (fononi, modi normali e condizioni periodiche al contorno; reticoli con base: la branca acustica e la branca ottica; la costante dielettrica degli isolanti nell'IR)
-i metalli richiami del gas di Fermi, capacità termica elettronica, conducibilità termica ed elettrica: la legge di Wiedermann-Franz, effetto Seebeck, elettroni in un campo magnetico: la risonanza di ciclotrone e l'effetto Hall, la funzione dielettrica, elettroni in un potenziale periodico: il teorema di Bloch (caso unidimensionale: il modello di Kronig-Penney), le bande e le gap (metalli, isolanti e semiconduttori; rappresentazione in zona ristretta ed in zona estesa; la massa efficace; elettroni e lacune)
-semiconduttori semiconduttori intrinseci: il potenziale chimico e la legge di azione di massa, semiconduttori drogati (il modello idrogenoide, conducibilità elettrica e temperatura, la giunzione p-n)

Struttura della verifica di profitto :
Scritta

ISTITUZIONI DI FISICA NUCLEARE

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Tipologie didattiche: *; 6,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica Generale I, Fisica Generale II, Fisica Moderna, Istituzioni di Meccanica Quantistica
Obiettivi formativi :
Competenze (abilità: matematiche, sperimentali, di trovare soluzione ai problemi, di conoscenze e comprensione approfondite, di modellizzazione, di cultura di Fisica, di ricerca di base e applicata, di ricerca in letteratura, di apprendimento individuale) – depennare, lasciare solo i 2-3 più importanti per l'insegnamento o aggiungerne.
Contenuto dell'attivita' formativa :
Struttura del nucleo: neutrone e protone; massa, raggio, unità di misura, spin, momenti magnetici e loro anomalie. Unità di misura di massa/energia. Energie dei nucleoni nel nucleo. Radiazioni eletromagnetiche emesse dai nuclei: raggi gamma, energie lunghezze d'onda e frequenze relative. Energia media di legame dei nucleoni nel nucleo; curva caratteristica. Possibili conseguenze su fusione e

fissione Radioattvità alfa, beta, gamma. Tasso di decadimento radioattivo. Catene di decadimento, radioisotopi. Radioattività naturale: le 4 catene radioattive naturali. Il Radon. Il 14Carbonio e la radiodatazione; casi numerici Sezione d'urto. Il concetto di sezione d'urto; ordine di grandezza della sezione d'urto per un processo nucleare. Casi numerici. Sezione d'urto differenziale; sezione d'urto Rutherford. Generalità sulle sezioni d'urto in processi nucleari Passaggio delle particelle attraverso la materia. Perdita di energia delle particelle cariche. Dipendenza dalla particella incidente e dal mezzo frenante. Picco di Bragg. Range. Passaggio degli elettroni. Perdita di energia dei raggi gamma: effetto fotoelettrico, effetto Compton. Passaggio dei neutroni attraverso la materia: neutroni lenti e neutroni veloci. Masse nucleari. Caratteristiche principali delle forze nucleari; il pione. Il modello a goccia per le masse nucleari. Analisi dei vari termini del modello: termine Coulombiano, termine di simmetria, termine di pairing. La parabola delle masse. Analisi di masse dispari e masse pari: pari pari e dispari dispari. Decadimenti beta+, beta-, cattura elettronica. Analisi della fissione dell'U-235 , U-238 e del Pu-239. Considerazioni sulla fusione nucleare. Modello a gas di Fermi. L'energia di Fermi: profondità della buca di potenziale nucleare. Modelli nucleari. Evidenze sperimentali del modello a shell. I numeri magici. Le basi del modello a shell . Le linee di Schmidt. Potenziali: buca a pereti infinite, armonico, Woods-Saxon. Il termine di spin orbita. La parita dei livelli. Analisi di casi specifici attorno alle shell chiuse. Modello vibrazionale. Analisi dei nuclei attorno allo Stagno, Cadmio. Modello rotazionale. La deformazione nucleare. Analisi di bande rotazionali. Reazioni Nucleari. Teoria delle reazioni nucleari. Problema dei due corpi. La collisione fra nuclei. La sezione d'urto. Descrizione quantistica delle reazioni nucleari. Interazione elastica fra particelle puntiformi. Lo sviluppo multipolare nel formalismo delle reazioni nucleari. Decadimenti nucleari. Decadimento gamma. Radiazione elettromagnetica di un dipolo magnetico ed elettrico. Parità dei campi elettromagnetici relativi. Transizioni multipolari e momenti angolari in gioco. Probabilità di transizione. Unità di Weisskopf; stima di particella singola. Transizioni E2 e i modelli collettivi. La conversione interna. Il decadimento alfa. Teoria del decadimento alfa come effetto tunnel attraverso una barriera di potenziale. Il fattore di Gamow. Regole di selezione del decadimento alfa. Analisi di casi specifici del decadimento alfa. Il decadimento beta.. Teoria di fermi del decadimento beta. Transizioni permesse e proibite. Regole di selezione nel decadimento beta. Transizioni di Fermi e Gamow Teller. Violazione della parità nel decadimento beta.

Struttura della verifica di profitto :

Scritta

Testi di riferimento :

NUCLEAR PHYSICS, J.Lilley, ed. Wiley 2001. Dispense del Prof.G.Pisent su INTRODUZIONE ALLA TEORIA DELLE REAZIONI NUCLEARI Testi di consultazione: INTRODUCTORY NUCLEAR PHYSICS, P.Hodgson, E.Gadioli, ed. Clarendon Press 1997 PARTICELLE E NUCLEI, B.Povh et al., ed Boringhieri 1998 AN INTRODUCTION TO NUCLEAR PHYSICS, W.Cottingham, ed. Cambridge Press 1995 INTRODUCTORY NUCLEAR PHYSICS, K.Krane, ed. Wiley 1988. THE ATOMIC NUCLEUS, R.Evans, ed. McGraw 1955. NUCLEI E PARTICELLE, E.Segrè, ed. Zanichelli 1977 BASIC IDEAS AND CONCEPTS IN NUCLEAR PHYSICS, K.Heyde, ed. IOP 1999.

FISICA MODERNA

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 3 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 7,00 CFU*

Prerequisiti :

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

Obiettivi formativi :

Il metodo sperimentale e le basi della meccanica quantistica e della fisica atomica. Onde elettromagnetiche e materiali.
Il corso si propone di introdurre la Relatività ristretta spiegandone le ragioni della sua formazione, la logica della sua struttura ed il carattere innovativo delle sue implicazioni.

Contenuto dell'attivita' formativa :

Il corso si propone di presentare gli elementi base delle innovazioni scientifiche dall'inizio del XX secolo: relatività ristretta, meccanica quantistica,partendo dalle evidenze sperimentali fino allo sviluppo del loro formalismo teorico.

Origine storica della teoria della relatività einsteiniana; postulati della relatività ristretta; trasformazioni di Lorentz; meccanica relativistica; elettrodinamica relativistica; formalismo covariante e sua applicazione.

-La radiazione elettromagnetica e i fotoni.
-Effetto fotoelettrico.
-Emissione e assorbimento di radiazione. Lo spettro di corpo nero.
-L'effetto Compton.
-La struttura atomica e gli esperimenti di Rutherford.
-Spettri atomici e l'atomo di Bohr.
-Il Laser e il Maser.
-Caratteristiche ondulatorie della materia.
-Principio di indeterminazione di Heisemberg.
-La struttura atomica.
-Quantizzazione del momento angolare. Lo spin e il momento magnetico.

Struttura della verifica di profitto :

Scritta, Orale

Testi di riferimento :

L.D. Landau, E.M. Lifsists, "Teoria dei Campi". Editori Riuniti
V. Barone "Relatività. Principi e applicazioni" Bollati Boringhieri
A. Blisser "Concepts in Modern Physics" M. Graw Hill

FISICA SPAZIALE

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 6,00 CFU*

Contenuto dell'attivita' formativa :
è il corso introduttivo alla dinamica in ambito spaziale.
Definisce gli elementi orbitali osculanti, tratta il problema a tre corpi e delinea i punti di stabilità lagrangiani.
Descrive lo sviluppo del potenziale gravitazionale di un corpo irregolare e gli effetti del termine di quadrupolo sull'orbita di un satellite.
Vengono inoltre spiegate le equazioni del moto del razzo a uno o più stadi e si introduce il problema di Lambert e la sua soluzione.
I trasferimenti orbitali ottimali sono trattati in vista di una ottimizzazione tramite il metodo dei moltiplicatori di Lagrange.

Struttura della verifica di profitto :
Scritta

FLUIDODINAMICA

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 6,00 CFU*

Contenuto dell'attivita' formativa :
- Generalità sui fluidi. Proprietà fisiche dei fluidi: pressione, densità viscosità, fluidi newtoniani.
- Leggi di conservazione ed equazioni del moto. Il concetto di volume di controllo. L'equazione del trasporto di Reynolds. Portata e velocità media. La conservazione della massa, l'equazione del momento, l'equazione del momento angolare. L'equazione dell'energia in forma integrale e differenziale. L'equazione di Eulero e di Bernoulli.
- Analisi dimensionale e principio di similarità. I gruppi adimensionali più importanti della fluidodinamica: coefficiente di forza e di pressione, il numero di Reynolds, il numero di Froude, il numero di Mach, il numero di Rossby. Le equazioni del moto in forma adimensionale e ruolo dei gruppi adimensionali nelle loro analisi. Il principio di similarità: similarità geometrica e similarità dinamica.
- Flussi laminari interni. Flusso in un condotto: numero critico di Reynolds e la lunghezza d'ingresso. Equazioni del moto per un fluido viscoso in un condotto, equazione di Bernoulli generalizzata. La legge di Poiseuille. Analisi del flusso di un fluido viscoso tra due lamine piano-parallele, il flusso di Couette.
- Flussi ideali. Moto di un fluido inviscido in due dimensioni. La funzione corrente, linee di corrente. Potenziale. Vorticità e flussi irrotazionali. L'equazione di Laplace per il potenziale, il principio di sovrapposizione, le equazioni di Cauchy-Riemann. Circolazione. Flusso ideale attorno ad un cilindro. Effetto Magnus, portanza.
- Tensore degli sforzi. Sforzi in un fluido incomprimibile. Derivazione delle equazioni di Navier-Stokes (N-S) partendo dalle leggi del moto. Equazioni di N-S in coordinate cartesiane. Moti unidirezionali. Applicazioni delle equazioni di N-S ai moti unidirezionali (flusso di Poiseuille, scorrimento di una lamina in un piano inclinato). Fluido tra due cilindri in rotazione. Analisi della stabilità.
- Importanza del numero di Reynolds in relazione ai termini inerziali e viscosi delle equazioni di N-S. Concetto di strato limite. Strato limite in una superficie piana. Soluzione di Blasius e coefficiente di resistenza. Strato limite in superfici curve. Flusso di Stokes (Re<1). Moto di una sfera e di un cilindro (Re>1, qualitativo).
- Fluidi comprimibili. Velocità del suono e Numero di Mach. Equazione di Bernoulli nei fluidi comprimibili. Ugello di Laval. Flussi supersonici, Onde d'urto piane.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta

GEOMETRIA

(Titolare: Prof. CANDILERA MAURIZIO)

Periodo: *I anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *56A; 7,00 CFU*

Prerequisiti :
Analisi Matematica I
Obiettivi formativi :
Il corso si propone di fornire le basi della geometria per spazi di dimensione finita, comprese anche le nozioni di base di algebra lineare
Contenuto dell'attivita' formativa :
Gli argomenti del corso saranno i seguenti: Spazi Vettoriali ed Applicazioni lineari. Rango di una matrice. Risoluzione di Sistemi di equazioni lineari. Teorema di Rouchè-Capelli. Determinanti e loro applicazioni. Autovalori, autovettori. Forme quadratiche e loro relazioni con le coniche. Applicazioni bilineari simmetriche sul corpo reale e loro classificazione. Forme Hermitiane. Sottovarietà lineari dello spazio euclideo, distanza, angoli e volume.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta
Testi di riferimento :
T. Apostol: "Calculus II (Geometria)", Ed. Boringhieri 1979 (J. Wiley 1967)
M. Baldassarri: "Guida allo studio della Geometria Analitica", Ed. Cedam 1966

ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 8,00 CFU*

Prerequisiti :
Analisi Matematica I, Analisi Matematica II, Analisi Matematica III, Fisica Generale I, Fisica Generale II, Geometria.
Algebra lineare, in particolare autovalori ed autovettori, diagonalizzazione di matrici e il teorema spettrale. Calcolo differenziale per le funzioni reali di una e più variabili. Curve. Funzioni implicite, superfici e sottovarietà di spazi eudlidei. Teoremi generali sulle equazioni differenziali e soluzione di quelle lineari a coefficienti costanti. Meccanica del punto.
Obiettivi formativi :
Scopo del corso è l'approfondimento della meccanica classica in un quadro matematico rigoroso e l'introduzione in questo ambito del formalismo lagrangiano e hamiltoniano.
Contenuto dell'attivita' formativa :
Teoria qualitativa equazioni differenziali: Flusso di un'equazione differenziale. Integrali primi e derivata di Lie. Equilibri e stabilità; teorema di Lyapunov. Ritratti in fase di sistemi nel piano. Linearizzazione e classificazione dei punti di equilibrio nel piano. Esempi di biforcazioni. Sistemi vincolati: Vincoli olonomi; varietà delle configurazioni e coordinate lagrangiane. Vincoli ideali. Energia cinetica, forze ed energie potenziale in coordinate lagrangiane. Equazioni di Lagrange: deduzione e forma normale. 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. Simmetrie ed integrali primi: teorema di Noether e coordinate ignorabili. Linearizzazione e piccole oscillazioni. Introduzione minima ai principi variazionali della meccanica: equazione di Euler-Lagrange, principio di Hamilton; geodetiche e moti vincolati. Meccanica Hamiltoniana: Trasformata di Legendre. Equazioni di Hamilton. Parentesi di Poisson.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta
Testi di riferimento :
Dispense del docente

ISTITUZIONI DI FISICA STATISTICA

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 3 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 4,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica 1F, Fisica 2F, Fisica 3F, Fisica 4F, Fisica 5F, Istituzioni di Fisica Matematica
Obiettivi formativi :
Scopo del corso e' quello di introdurre alla comprensione statistica della termodinamica dei sistemi macroscopici.
Contenuto dell'attivita' formativa :
1) Distribuzione di Boltzmann e termodinamica statistica. Funzione di partizione e nozioni base relative all'insieme canonico. Energia libera di Helmholtz e altre grandezze termodinamiche.

2) Gas ideale di Boltzmann. Funzioni di partizione relative ai gradi di liberta' rotazionali e vibrazionali. Stati eccitati elettronici. Teorema di equipartizione dell'energia.
3) Solido armonico ideale e radiazione di corpo nero.
4) Gas ideali quantistici di Fermi-Dirac e di Bose-Einstein. Nozioni relative all' insieme gran-canonico. Applicazioni alla condensazione di Bose-Einstein e al gas di elettroni nei metalli.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta
Testi di riferimento :
"Statistical Mechanics" di Benjamin Widom (Cambridge University Press, 2002).

ISTITUZIONI DI MECCANICA QUANTISTICA

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 8,00 CFU*

Prerequisiti :
Fisica Generale I, Fisica Generale II, Fisica Moderna, Istituzioni di Fisica Matematica, Istituzioni di Metodi Matematici
Obiettivi formativi :
Il corso intende fornire le basi concettuali e formali della meccanica quantistica.
Contenuto dell'attivita' formativa :
- Introduzione alla MQ: Basi fenomenologiche e storiche della Meccanica Quantistica; dualità onda corpuscolo. Principio di indeterminazione di Heisenberg, elicità dei fotoni.
- Il formalismo della MQ e la sua interpretazione fisica: funzioni d'onda, basi, stati; osservabili, operatori autoaggiunti; spettro, autovalori e autovettori; evoluzione temporale causale; preparazione di stati e misure, postulato di proiezioni di von Neumann; notazioni di Dirac, sistemi compost.
- Soluzione dell'equazione di Schroedinger per sistemi conservativi: sviluppo in serie di soluzioni stazionarie; buche e barriere di potenziale unidimensionali; oscillatore armonico 1D, operatori di creazione e distruzione, spettro e autofunzioni dell'hamiltoniano; particella libera in 3D.
- Spin ½, elicità dei fotoni, molecola di ammoniaca.
- 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: indistinguibilità, postulato di simmetrizzazione e conseguenze, principio di Pauli.

Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Testi di riferimento :
E. Onofri, C. Destri: Istituzioni di Fisica Teorica
C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics, Vol. I e II

ISTITUZIONI DI METODI MATEMATICI

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 2 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 5,00 CFU*

Prerequisiti :
Analisi Matematica I, Analisi Matematica II, Analisi Matematica III, Fisica Generale I, Fisica Generale II, Fisica Moderna, Geometria
Obiettivi formativi :
Il corso si propone di fornire alcuni formalismi e algo-ritmi matematici di interesse per applicazioni fisiche (misura di Lebesgue, funzioni di variabile complessa, funzioni speciali L2(a; b), trasformata di Fourier, distribuzioni). Competenze (abilità: matematiche, di trovare soluzioni ai problemi, di conoscenze e comprensione approfondite, di apprendimento individuale).
Contenuto dell'attivita' formativa :
Misura di Lebesgue. Funzioni di variabili complessa: analiticità, poli, polidromia, integrazione. Teoria elementare degli Spazi di Hilbert. Alcune equazioni differenziali alle derivate parziali rilevanti per la fisica e funzioni speciali associate. Trasformata di Fourier. Teoria elementare delle distribuzioni.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Testi di riferimento :
C. Rossetti, Metodi matematici della fisica (Levrotto &Bella).
C. Rossetti, Esercizi di metodi matematici (Levrotto & Bella).

LINGUA INGLESE

(Titolare: Prof. ZANELLA GIOVANNI)

Periodo: *I anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 2,00 CFU*

Struttura della verifica di profitto :
Scritta

MECCANICA ANALITICA

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 6,00 CFU*

Contenuto dell'attivita' formativa :
Trasformazioni canoniche: nozione e proprieta' caratteristiche; generazione di trasformazioni canoniche; trasformazioni dipendenti dal tempo e applicazioni.

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

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

Le basi della teoria Hamiltoniana delle perturbazioni: sistemi prossimi a sistemi integrabili; il principio della media e il ruolo delle risonanze; un passo perturbativo per sistemi isocroni perturbati; forme normali; sistemi anisocroni; applicazione al corpo rigido: il modello classico della precessione degli equinozi; uno sguardo ai principali risultati moderni: il teorema KAM e il teorema di Nekhoroshev.

Invarianti adiabatici: nozione, esempi elmentari, alcune applicazioni fisiche.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Descrizione verifica profitto :
Interamente scritta o scritta e orale, a scelta dello studente.
Testi di riferimento :
Dispense del docente disponibili in rete.

METODI COMPUTAZIONALI DELLA FISICA

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *II anno, 3 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 5,00 CFU*

Prerequisiti :
Sperimentazioni di Fisica I (mod. A), Istituzioni di Metodi Matematici.

Elementi di programmazione in C/C++.
Basi di informatica.
Obiettivi formativi :
Il corso si prefigge di insegnare i metodi di programmazione più importanti per risolvere problemi di Fisica con lo studio e l'applicazione di tecniche di calcolo e algoritmi numerici.
Contenuto dell'attivita' formativa :
Introduzione: Rappresentazione dei numeri, errori, accuratezza; relazioni ricorsive. Interpolazione ed estrapolazione: Interpolazione polinomiale di Lagrange, algoritmo di Neville, interpolazione di Newton, funzione "spline". Integrazione di funzioni: Regole basi di integrazione numerica; formule di Newton-Cotes, metodo del trapezio, regole di Simpson, quadratura gaussiana. Derivazione numerica. Integrazione di equazioni differenziali ordinarie: metodo di Eulero, metodo di Taylor, metodi "multistep", metodi "impliciti", metodi "predictor-corrector", metodi "Runge-Kutta", stabilità. Zeri di funzione: bisezione, metodo Regula Falsi, metodo di Newton-Raphson,

metodo della secante, sistemi di equazioni non lineari. Matrici e sistemi di equazioni lineari: inversione di matrici, metodo di eliminazione di Gauss-Jordan, decomposizione LU. Il problema agli autovalori: metodo iterativo di Jacobi. Numeri casuali e metodo Monte Carlo. Analisi di Fourier: trasformata di Fourier, trasformata di Fourier discreta. Elementi di Dinamica Molecolare. Si avrà cura di corredare i metodi di programmazione introdotti con semplici applicazioni su diversi problemi di rilevante interesse fisico.
Struttura della verifica di profitto :
Scritta, Orale
Descrizione verifica profitto :
Prova scritta (relazioni) e colloquio orale.
Testi di riferimento :
Barone et al. "Programmazione scientifica" (Pearson)
Crisanti "yaC PRIMER" (Aracne)

PROGRAMMAZIONE AD OGGETTI E C++

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 1 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 6,00 CFU*

Contenuto dell'attivita' formativa :
- programmazione a oggetti: classi e oggetti, ereditarietà, polimorfismo.
- programmazione generica: template
- come affrontare un problema di programmazione:
- introduzione all'ingegneria del software
- UML
- analisi di un problema
- introduzione alla Standard Template Library
- elementi di analisi dei dati
- tecniche di fit
- simulazione
- simulazione di processi fisici
- decadimenti di particelle
- scattering
- utilizzo di Geant4 per simulare un piccolo rivelatore
- eventuali applicazioni ad altri campi della fisica.

Struttura della verifica di profitto :
Scritta

PROVA FINALE

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2008/2009

Periodo: *III anno, 3 trimestre*
Indirizzo formativo: *Corsi comuni*
Commissione di profitto:
Tipologie didattiche: *; 8,00 CFU*