

Università degli studi di Milano-Bicocca



Scuola di Scienze
MM. FF. NN.

Corso di laurea in
FISICA
2017-2018

PRESENTAZIONE

La Fisica è la Scienza che mediante la misurazione di quantità osservabili studia i fenomeni naturali al fine di interpretare le relazioni tra loro esistenti. La ricerca di strumenti e metodi sempre più avanzati nell'ambito della fisica, danno origine ad importanti sviluppi tecnologici e teorici ed a preziose sinergie tra la Fisica e i campi scientifici affini.

La Fisica rappresenta una disciplina autonoma e fornisce elementi fondamentali di riferimento per le altre discipline scientifiche quali, ad esempio, la Matematica, la Chimica, la Biologia, la Scienza dei Materiali, la Geologia, l'Informatica, l'Economia, le Scienze Ambientali e la Medicina.

IL CORSO DI LAUREA IN FISICA

Il Corso di Laurea di primo livello (triennale) in Fisica è un percorso formativo che sviluppa conoscenze dalla Fisica classica alla Fisica moderna.

Il corso di Laurea in Fisica si pone come obiettivo quello di stimolare la curiosità verso i fenomeni naturali, educare all'utilizzo di strumenti di misura, affinare il senso critico per l'interpretazione delle osservazioni. La solida cultura scientifica di base, acquisita nel Corso di Laurea in Fisica, risulta vincente per affrontare un'analisi interdisciplinare di sistemi complessi, con la versatilità necessaria ad utilizzare al meglio le tecnologie e le conoscenze in rapida evoluzione.

Vengono affrontate le metodologie tipiche dell'indagine scientifica sulla natura, sia con lezioni teoriche sia con laboratori di misura e di calcolo.

Il terzo anno prevede il completamento della formazione di base nell'ambito della Fisica moderna e insegnamenti caratterizzanti a scelta in diversi settori della Fisica, tra cui la Fisica Teorica, la Fisica delle Particelle elementari, l'Astrofisica, la Biofisica e Fisica Medica, la Fisica dei Plasmi, la Fisica dello Stato Solido, l'Elettronica e la Fisica Ambientale.

Nell'ambito di questi settori lo studente può scegliere di svolgere un tirocinio formativo, da effettuarsi presso uno dei gruppi di ricerca presenti nel Dipartimento di Fisica o in altri Dipartimenti dell'Ateneo, spesso in collaborazione con Centri di Ricerca nazionali ed internazionali ed industrie ad alta tecnologia.

E' inoltre possibile, nell'ambito del Programma Settoriale Erasmus/LLP (LifeLong Learning Programme), concorrere a borse di studio, di durata compresa tra tre e dodici mesi, presso Università Europee, al fine di approfondire particolari temi di studio con il pieno riconoscimento delle conoscenze acquisite (per informazioni: international.office@unimib.it).

La Laurea in Fisica consente di accedere alla Laurea Magistrale in Fisica ed alla Laurea Magistrale in Astrofisica e Fisica dello Spazio attivate presso questo Ateneo.

I CORSI DI LAUREA MAGISTRALE

I corsi di Laurea Magistrale in Fisica e Laurea Magistrale in Astrofisica e Fisica dello Spazio completano la formazione del fisico, iniziata con la Laurea in Fisica, sviluppando i metodi e approfondendo i contenuti scientifici generali. Forniscono inoltre solide competenze professionali specifiche al Percorso scelto dallo studente. In particolare nel corso del biennio attraverso i corsi, la frequenza dei Laboratori e soprattutto nell'anno di preparazione della Tesi di Laurea, lo studente acquisirà sia padronanza di metodi e contenuti scientifici avanzati sia capacità indispensabili per assumere ruoli di responsabilità nella ricerca, nello sviluppo di tecnologie innovative, nella progettazione e gestione di strumentazione complessa.

PROVA DI VERIFICA DELLA PREPARAZIONE INIZIALE (VPI)

Gli studenti che si immatricolano al Corso di laurea in Fisica (ad accesso libero), dovranno obbligatoriamente sostenere una prova di Verifica della Preparazione Iniziale (VPI). Tale prova è adottata a livello nazionale e ha la funzione di verificare se la preparazione acquisita durante il percorso scolastico sia adeguata al corso di laurea prescelto, fornendo anche uno strumento di auto-valutazione per permettere agli studenti di migliorare

la propria preparazione di base e di inserirsi nel percorso universitario. La prova è basata su test online erogati da CISIA (Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l'Accesso) in accordo con la Conferenza di Scienze (con.Scienze).

Date della prova di Verifica della Preparazione Iniziale:

- **21 settembre 2017** – Inizio iscrizioni alla prova: **14 luglio 2017**; scadenza iscrizioni: **ore 14.00 del 15 settembre 2017**
- **25 ottobre 2017** – Inizio iscrizioni alla prova: **16 settembre 2017**; scadenza iscrizioni: **ore 14.00 del 19 ottobre 2017**

Gli studenti possono iscriversi ad una sola sessione

A cosa serve il VPI?

La prova serve a valutare se la preparazione acquisita dallo studente durante il percorso scolastico sia adeguata ai prerequisiti di base del Corso di Laurea in Fisica

Come ci si iscrive alla prova VPI?

Per iscriversi alla prova di Verifica della Preparazione Iniziale lo studente dovrà collegarsi al **portale CISIA** e seguire le procedure ivi indicate.

Lo studente dovrà scegliere come sede di svolgimento del test: Università degli Studi di Milano-Bicocca. Tipologia del test da svolgere: Test online Scienze - A (TOS-A).

Una volta completata la procedura di iscrizione alla prova lo studente riceverà una mail contenente la conferma dell'avvenuta iscrizione e le credenziali per accedere alla propria area personale dove troverà la ricevuta di iscrizione alla prova recante sede, giorno, ora e aula dove presentarsi per sostenere la prova.

ATTENZIONE: L'iscrizione alla prova VPI non comporta l'immatricolazione automatica al Corso di laurea. L'immatricolazione al corso di laurea si effettua attraverso il sito www.unimib.it/segreteriaonline.

Studenti con Disabilità (DIS) e con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA)

Il candidato che deve sostenere la prova di valutazione della preparazione iniziale può fruire dei supporti specifici previsti dalle normative vigenti. Per saperne di più si rimanda alla pagina del sito dedicata al corso di studio, all'interno della sezione "Ammissione al corso".

Su cosa verte la prova?

La prova valuta le conoscenze e capacità di carattere matematico-logico e fisico che si presume siano state acquisite frequentando le Scuole Medie Superiori.

La prova si compone di quattro sezioni tematiche:

Test online Scienze - A (TOS-A)	N. quesiti	Durata
Matematica di base	20	50 minuti
Fisica	10	20 minuti
Matematica avanzata	10	20 minuti
<i>Problem solving</i>	10	20 minuti

Per la valutazione della prova si tiene conto dei seguenti criteri:

- 1 punto per ogni risposta esatta
- 0 punti per ogni risposta non data
- -0,25 per ogni risposta errata

Tutti i quesiti sono a risposta chiusa con 5 opzioni di risposta, una sola delle quali è corretta.

Quanto dura la prova?

La durata complessiva della prova per il Corso di Laurea in Fisica è di 110 minuti

Quando s'intende superata la prova?

Il test s'intende superato con il punteggio pari a 14 su 50 ottenuto nel modo seguente: almeno 8 punti conseguiti nella sezione di "Matematica di base" e almeno 2 punti conseguiti nella sezione di "Fisica".

Nel caso in cui lo studente non superasse il test, è tenuto a soddisfare obblighi formativi aggiuntivi, come indicato all'art. 6 del Regolamento didattico 2017-2018 del corso di laurea.

Come si svolge?

La prova si svolge su personal computer.

Quando e dove si svolge la prova?

La prova si svolge presso l'Università degli Studi di Milano-Bicocca. Le informazioni riguardanti data, orario e aula in cui presentarsi sono riportate nella ricevuta di iscrizione alla prova, stampabile a conclusione della procedura sul portale CISIA.

Quali documenti portare?

Un documento di riconoscimento in corso di validità, possibilmente quello indicato in fase di immatricolazione al corso di laurea, e la ricevuta di iscrizione alla prova VPI.

Cosa succede se:

- non ci si presenta alla prova?

Gli studenti immatricolati che non si presentano alla prova VPI sono tenuti a soddisfare gli obblighi formativi aggiuntivi, indicati all'art. 6 del Regolamento didattico 2017-2018 del corso di laurea (descritti anche sotto).

- non si supera la prova?

Gli studenti che non hanno superato il test possono dimostrare di aver colmato le lacune superando l'esame del corso di "*Richiami di Matematica*" (descritto in seguito) che si terrà nel periodo ottobre 2017/gennaio 2018.

oppure,

dimostrare di aver colmato le lacune superando l'esame di Matematica del primo anno indicato dal Corso di Laurea a cui sono iscritti, riportato nello schema che segue

CORSO DI LAUREA	INSEGNAMENTO MATEMATICA DEL PRIMO ANNO
L – Fisica (Classe L-30 delle lauree in Scienze e tecnologie fisiche)	E3001Q033 – ANALISI MATEMATICA I – SSD MAT/05 – 12 CFU

IMPORTANTE

Coloro che, non superando la prova VPI, non superassero neanche l'esame del corso di Richiami di Matematica e neppure quello di Matematica previsto al primo anno del Regolamento Didattico del proprio corso di laurea, NON potranno sostenere alcun esame del II anno e degli anni successivi. Per eventuali ulteriori regole di propedeuticità si deve far riferimento al Regolamento Didattico del corso di studio.

Chi è esonerato dalla prova?

- Gli studenti che abbiano superato il pre-test di con.Sienze nel marzo/aprile 2012, 2013, 2014, 2015, 2016
- gli studenti che abbiano superato il test con.Sienze presso un altro Ateneo;
- gli studenti che abbiano superato il test di ammissione del Politecnico. Questi studenti dovranno autocertificare il superamento del test al momento dell'immatricolazione. L'esonero sarà quindi subordinato alle opportune verifiche da parte della segreteria studenti;
- gli studenti iscritti a un corso dell'Università di Milano-Bicocca o di altre Università che si trasferiscono al corso di laurea in Fisica e gli studenti già laureati che si iscrivono con abbreviazione di carriera.

ATTENZIONE

Tutti coloro che hanno sostenuto il test di con.Sienze (negli anni 2012 o seguenti) devono avere un Codice Identificativo Attestato che verrà loro chiesto di inserire al momento dell'immatricolazione presso l'Università degli Studi di Milano-Bicocca. Ricordiamo che tale codice è recuperabile accedendo al sito del Cineca "Lauree Scientifiche" (<https://laureescientifiche.cineca.it/>).

A chi ci si può rivolgere se si hanno dei dubbi?

È possibile contattare l'Ufficio gestione carriere del Settore Scienze MM.FF.NN.:

- recandosi personalmente all'Edificio U17, Piazzetta Difesa per le donne, 20126 - Milano
- scrivendo un'e-mail a segr.studenti.scienze@unimib.it

Eventuali ulteriori informazioni relative alla prova di Valutazione della Preparazione Iniziale (VPI) saranno disponibili alla seguente pagina web: www.scienze.unimib.it

I pre-corsi e le attività di supporto per gli studenti in ingresso.

La Scuola di Scienze organizza ogni anno attività di supporto alla didattica specificatamente dedicate alla Matematica di base rivolte a TUTTI gli studenti in ingresso ai Corsi di Laurea di area scientifica, sia agli studenti dei corsi di studio ad accesso libero con prova di valutazione della preparazione iniziale obbligatoria, sia agli studenti dei Corsi di Laurea a numero programmato, che pur collocandosi in posizione utile in graduatoria, non abbiano superato la sezione di Matematica di base, secondo le modalità definite nei bandi specifici.

A) Attività di supporto alla didattica in modalità e-learning

“Pre-corsi e Richiami di Matematica” – EDIZIONE ESTIVA

Al seguente indirizzo <http://matematica.elearning.unimib.it/> è disponibile l'attività di “Pre-corsi e Richiami di Matematica” – edizione estiva.

Il corso viene erogato nella sola modalità e-learning durante il periodo estivo e si propone di richiamare alcuni degli argomenti principali del programma di matematica delle scuole superiori, anche in previsione delle prove di ingresso. Gli studenti interessati si possono iscrivere, gratuitamente, e utilizzare il materiale didattico per esercitarsi collegandosi al sito: <http://matematica.elearning.unimib.it>. L'accesso al sito necessita di registrazione.

I “Pre-Corsi e Richiami di Matematica - edizione estiva”, prevedono l'**assistenza on-line di un tutor** a cui è possibile rivolgere quesiti per chiarire dubbi in merito agli esercizi presenti sul sito. L'assistenza on-line sarà

disponibile a partire **dalla seconda metà di luglio fino a fine settembre 2017**. Gli studenti interessati si possono iscrivere e utilizzare il materiale fin da subito per esercitarsi per le prove di ingresso di settembre/ottobre.

Materiale Didattico on-line:

Al seguente indirizzo: <http://wims2.matapp.unimib.it/precorsi.php> è reperibile il materiale didattico creato nell'ambito del Piano Nazionale Lauree Scientifiche. Il materiale è utilizzabile gratuitamente, ma l'accesso al sito necessita di una registrazione.

B) Attività di supporto alla didattica in aula

Pre-corsi di Matematica

I Pre-Corsi di Matematica si svolgono in aula **dal 18 al 29 settembre 2017**. Si tratta di corsi intensivi di Matematica di base fortemente consigliati a tutti gli studenti di area scientifica

- come preparazione agli insegnamenti di Matematica del I anno
- come utile ripasso della Matematica di base
- per colmare eventuali lacune evidenziate dal mancato superamento della prova di valutazione della preparazione iniziale o della sezione di matematica di base nelle prove di ammissione ai Corsi di Laurea a numero programmato.

Il corso è ad accesso libero e gratuito. Non è necessaria l'iscrizione, ma per motivi organizzativi e didattici occorre attenersi ai calendari e alle suddivisioni per gruppi di studio che verranno pubblicati sulla pagina del sito della Scuola di Scienze <http://www.scienze.unimib.it/>

Corso di Metodologia dell'apprendimento

Il Corso di Metodologia dell'apprendimento, organizzato in collaborazione con la Fondazione RUI, si svolge **dal 25 al 28 settembre 2017**. Il corso è rivolto agli studenti di area scientifica in ingresso ed è finalizzato a rafforzare capacità e tecniche di studio, di programmazione e di preparazione agli esami.

La partecipazione al corso è gratuita. I calendari delle lezioni, la suddivisione per gruppi di studenti e ulteriori informazioni saranno pubblicati sul sito <http://www.scienze.unimib.it/>

C) Attività di supporto in e-learning e tutorato in aula – con prova finale

Corso “Richiami di Matematica” – EDIZIONE AUTUNNALE

Il Corso di “Richiami di Matematica” – edizione autunnale è consigliato sia a coloro che non hanno superato la prova di valutazione della preparazione iniziale, sia a coloro che non hanno superato la sezione di Matematica nelle prove di ammissione ai Corsi di Laurea a numero programmato sia a coloro che sentissero la necessità di consolidare le basi matematiche acquisite nella scuola superiore.

Tale corso ha la duplice finalità di fornire un aiuto nel campo specifico della Matematica e di servire come cerniera di raccordo tra la metodologia di apprendimento liceale e quella a livello universitario. Per questo corso sono previste sia attività in aula, in presenza di un tutor, sia attività individuali in modalità e-learning.

Le attività in e-learning del corso saranno reperibili sulla piattaforma di Ateneo: <http://elearning.unimib.it>. Per accedere a tale piattaforma occorre aver perfezionato l'iscrizione ed essere in possesso di un indirizzo @campus.unimib.it. Il corso di Richiami di Matematica avrà inizio a **metà ottobre 2017 e si concluderà a gennaio 2018** con una prova finale. Il superamento di tale esame permette di compensare il mancato superamento della prova di Valutazione della Preparazione Iniziale (VPI) oppure della sezione di Matematica di base nelle prove a numero programmato. **Per eventuali ulteriori regole di propedeuticità si deve far riferimento al Regolamento Didattico di ciascun corso di studio.**

La partecipazione al corso è gratuita, ma necessita di iscrizione, per motivi organizzativi. Maggiori informazioni sulle modalità di iscrizione saranno disponibili a fine settembre sul sito <http://www.scienze.unimib.it/>

Iscrizione a crediti

A partire dall'Anno Accademico 2014/2015 e' possibile effettuare l'iscrizione al Corso di Laurea in Fisica optando per un impegno a tempo parziale ("Iscrizione a Crediti"). Tale modalit  e' riservata agli studenti che autocertificano la condizione di lavoratore subordinato o autonomo con partita IVA attiva. Lo studente dovr  indicare il numero di crediti che intende acquisire per l'A.A. (da un minimo di 24 crediti a un massimo di 51) all'atto dell'immatricolazione o del rinnovo iscrizione.

Lo studente che opta per l'impegno a tempo parziale (v. art.9 del Regolamento Studenti) e' tenuto a versare la tassa di iscrizione, la tassa regionale e l'imposta di bollo, mentre la quota della contribuzione studentesca dovuta in base al reddito dello studente sara' ricalcolata proporzionalmente ai CFU acquistati. I crediti cos  indicati valgono per l'A.A. di riferimento e scadono improrogabilmente con l'ultimo appello associato allo stesso A.A. Sar  possibile l'acquisizione di ulteriori crediti in corso d'anno, fino ad un tetto massimo annuo di 51 CFU, corrispondendo una quota aggiuntiva, nei termini e secondo le scadenze fissate dall'Ateneo.

Riconoscimento CFU e modalit  di trasferimento

Il riconoscimento dei CFU acquisiti in attivit  formative svolte presso altri corsi di Laurea di questo o di altro Ateneo (senza limiti di CFU coinvolti)   soggetto all'approvazione del CCD di Scienze e Tecnologie Fisiche e dello Spazio su proposta della Commissione Piani di Studi da esso nominata.

Secondo quanto previsto dall'articolo 5, comma 7 del decreto ministeriale del 22 ottobre 2004, n. 270, le conoscenze e le abilit  professionali certificate individualmente, nonch  le altre conoscenze e abilit  maturate in attivit  pregresse possono essere riconosciute per un massimo di 40 CFU.

Informazioni di dettaglio sono reperibili sul sito della didattica del Corso in Fisica.

Iscrizione ad anni successivi al primo

Per quanto riguarda le iscrizioni ad anni successivi al primo si rimanda alla pagina web:

<http://www.unimib.it/go/Home/Italiano/Studenti/Per-gli-iscritti/Segreterie-Studenti>

Orari delle lezioni

I e II anno

Le lezioni del primo semestre si svolgeranno nel periodo 02 ottobre 2017 – 26 gennaio 2018

Le lezioni del secondo semestre si svolgeranno nel periodo 05 marzo 2018 – 22 giugno 2018

III anno

Le lezioni del primo semestre si svolgeranno nel periodo 25 settembre 2017 – 19 gennaio 2018

Le lezioni del secondo semestre si svolgeranno nel periodo 19 febbraio 2018 – 08 giugno 2018

Gli orari delle lezioni verranno pubblicati entro i primi di settembre sul sito

<http://orariolezioni.didattica.unimib.it/Orario/>

Programmi degli insegnamenti

La guida dello studente contenente i programmi dei singoli insegnamenti ed altre informazioni utili sull'organizzazione dell'attivit  didattica verr  pubblicata entro il mese di settembre sul sito del Corso di Laurea.

Altre attivit  formative a scelta

Sono riservati 12 CFU ad attivit  formative a scelta dello studente (art. 10 comma 5 lettera a) purch  coerenti con il percorso formativo. Lo studente potr  scegliere tra tutte le attivit  formative offerte nei differenti Corsi di laurea triennale dell'Ateneo, o di altro ateneo con cui siano intercorsi particolari accordi o convenzioni. Lo studente potr  anche scegliere di integrare le attivit  di preparazione della prova finale.

Tirocini formativi e stage

Tirocini e/o stage sono previsti, tra le attività a libera scelta dello studente. I risultati del tirocinio/stage saranno valutati sulla base della presentazione e discussione di una breve relazione scritta sull'attività svolta.

Lingua straniera

E' richiesta l'acquisizione di crediti in una lingua dell'Unione Europea, diversa dall'Italiano, corrispondenti ad almeno 3 CFU. L'acquisizione dei crediti avviene in seguito ad una prova conoscenza della lingua. Si consiglia la scelta della lingua inglese che prevede una prova di conoscenza comune a tutti i Corsi di Laurea dell'Ateneo. La prova di verifica della conoscenza linguistica può essere sostituita dalla presentazione di certificati di riconosciuta validità internazionale.

In conformità con la delibera del Senato Accademico del 3 luglio 2006, i crediti previsti per la lingua straniera devono essere acquisiti prima di sostenere gli esami del secondo e del terzo anno.

Ulteriori abilità informatiche

Il corso di studi prevede 3 CFU per "ulteriori abilità informatiche e telematiche". La verifica dell'acquisizione di tali competenze è prevista nel corso del terzo anno contestualmente all'esame di profitto di Laboratorio del III anno.

Esami

Gli esami di profitto possono essere scritti e/o orali. Gli insegnamenti di laboratorio possono comprendere anche verifiche pratiche.

I docenti possono prevedere, eventualmente, prove successive, anche scritte, da concludersi comunque con un controllo finale.

Presentazione piano degli studi

Il piano di studio è l'insieme delle attività formative obbligatorie, delle attività previste come opzionali e delle attività formative scelte autonomamente dallo studente in coerenza con il regolamento didattico del corso di studio. Allo studente viene attribuito un piano di studi all'atto dell'iscrizione al primo anno, che costituisce il piano di studi statutario. Successivamente lo studente deve presentare un proprio piano di studi con l'indicazione delle attività opzionali e di quelle a scelta. Il piano di studi è approvato dal Consiglio di Coordinamento Didattico di Fisica e Astrofisica. Le modalità e le scadenze di presentazione del piano sono definite dall'Ateneo. Il diritto dello studente di sostenere prove di verifica relative a un'attività formativa è subordinato alla presenza dell'attività stessa nell'ultimo piano di studi approvato.

Per quanto non previsto si rinvia al regolamento d'Ateneo per gli studenti.

Prova finale

Per essere ammesso alla prova finale, lo studente deve aver acquisito almeno 174 CFU.

I crediti associati alla preparazione della prova finale, pari a 6 CFU, vengono riconosciuti al superamento di questa. La corrispondenza tra l'ultimo piano di studi approvato e i crediti effettivamente conseguiti è condizione per l'ammissione alla prova finale.

La prova finale per il conseguimento del titolo di studio prevede le seguenti alternative, con l'obiettivo di verificare il lavoro svolto e le capacità di comunicare del candidato:

- se lo studente ha effettuato un tirocinio formativo e/o di orientamento (stage), la prova finale consiste nella presentazione e discussione orale di una breve relazione scritta concernente l'esperienza del tirocinio;

- se lo studente non ha effettuato un tirocinio formativo e di orientamento, la prova finale consiste nella presentazione e discussione orale di una breve relazione scritta di approfondimento personale di un argomento affrontato nell'ambito di una disciplina studiata.

La prova finale è volta anche alla verifica del conseguimento degli obiettivi formativi.

Altre informazioni:

Sede del Corso: Dipartimento di Fisica, piazza della Scienza 3, 20126 Milano, Italia

Presidente del Consiglio di Coordinamento Didattico di Fisica e Astrofisica:

Prof.ssa Silvia Penati

Referente didattico del corso: Prof Francesco Terranova

Altri docenti di riferimento:

- Presidente delle commissioni didattiche: Prof. Alberto Zaffaroni

Segreteria didattica: ccl.fisica@unimib.it

URL del corso di laurea: <http://fisica.mib.infn.it/pages/it/didattica.php>

Biblioteca:

Indirizzo: Piazza della Scienza , 3 – 20126 Milano; Edificio U2 1° piano

Sito: www.biblio.unimib.it

E-mail: biblioteca@unimib.it

Apertura: dal lunedì al venerdì dalle 9.00 alle 18.30

Schema degli insegnamenti

I Anno - 2017/2018

Insegnamento	moduli	CFU	SSD	ambito	sem.
Analisi matematica I	Analisi matematica I	12	MAT/05	base	I
Algebra lineare e geometria	Algebra lineare e geometria	8	MAT/03	affini	I
Fisica I	Fisica I Fisica I - I modulo Fisica I - II modulo	16 8 8	FIS/01	base	annuale
Laboratorio I	Laboratorio I	8	FIS/01	base	II
Chimica	Chimica	6	CHIM/03	base	II
Laboratorio di Informatica	Laboratorio di Informatica	4	INF/01	affini	II
Lingua straniera		3		altre	
I anno CFU per ambito					
base		42			
caratterizzanti		0			
affini		12			
altre attività		3			
TOTALE		57			

II Anno - 2018/2019

Insegnamento	moduli	CFU	SSD	ambito	sem.
Analisi Matematica II	Analisi matematica II	12	MAT/05	base	I
Meccanica Classica	Meccanica classica	8	MAT/07	base	I
Fisica II	Fisica II I modulo	8	FIS/01	caratt.	I
	Fisica II II modulo	6	FIS/01	caratt.	II
Fisica III	Fisica III	6	FIS/01	base	II
Laboratorio II	Laboratorio II I modulo	6	FIS/01	caratt.	I
	Laboratorio II II modulo	6	FIS/01	caratt.	II
Matematica per la Fisica	Matematica per la fisica	8	FIS/02	caratt.	II
II anno CFU per ambito					
base		26			
caratterizzanti		34			
affini		0			
altre attività		0			
TOTALE		60			

III Anno - 2019/2020

Insegnamento	moduli	CFU	SSD	ambito	sem.
Meccanica Quantistica		12	FIS/02	caratt.	I
Struttura della Materia		8	FIS/03	caratt.	I
Fisica Nucleare e Subnucleare		8	FIS/04	caratt.	II
A scelta tra Esperimentazioni di Astrofisica Esperimentazioni di Plasmi Esperimentazioni di Biofisica Esperimentazioni di Fisica dei Solidi Esperimentazioni di Fisica Nucleare e Subnucleare Esperimentazioni di Fisica Computazionale		8	FIS/05 FIS/03 FIS/07 FIS/03 FIS/04 FIS/02	affine	II
Insegnamento a scelta tra Elementi di Elettronica Laboratorio di Elettronica Elementi di Astrofisica Relatività Elementi di Fisica Medica e Ambientale Elementi di Biofotonica		6	ING-INF/01 ING-INF/01 FIS/05 FIS/02 FIS/04 FIS/07	affini	I-II
Abilità Informatiche e Telematiche		3		altre	
A libera scelta dello studente		12		altre	
Preparazione prova finale		6		altre	
III anno CFU per ambito					
base		0			
caratterizzanti		28			
affini		14			
altre attività		21			
TOTALE		63			

Indice dei programmi dei corsi offerti:	Pag.
Algebra Lineare e Geometria	15
Analisi Matematica I	17
Analisi Matematica II	19
Chimica	21
Elementi di Astrofisica	23
Elementi di Biofotonica	24
Elementi di Elettronica	26
Elementi di Fisica Medica ed Ambientale	27
Relatività	29
Esperimentazioni di Astrofisica	31
Esperimentazioni di Biofisica	32
Esperimentazioni di Fisica Computazionale	33
Esperimentazioni di Fisica dei Solidi	34
Esperimentazioni di Fisica Nucleare e Subnucleare	35
Esperimentazioni di Plasmi	36
Fisica I	38
Fisica II	39
Fisica III	41
Fisica Nucleare e Subnucleare	42
Laboratorio I	43
Laboratorio II	44
Laboratorio di Elettronica	46
Laboratorio di Informatica	48
Matematica per la Fisica	49
Meccanica Classica	50
Meccanica Quantistica	52
Struttura della Materia	54

ALGEBRA LINEARE E GEOMETRIA

8 CFU

Docente: Prof. Francesca Dalla Volta - Dott. Brivio Sonia – Prof. Diego Conti

Anno di corso: I°, 1° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (6 cfu), esercitazione (2 cfu)

Tipo esame: Esame scritto e orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Il corso intende fornire le nozioni di base di algebra lineare e geometria, fondamentali per una prosecuzione degli studi in Matematica e Fisica.

Contenuti: Spazi vettoriali; applicazioni lineari e sistemi di equazioni lineari.
Geometria Affine: sottospazi affini e loro rappresentazioni cartesiane e parametriche.
Matrici e determinanti. Autovalori, autovettori e diagonalizzazione di endomorfismi
Prodotti scalari. Teorema spettrale. Teorema di Sylvester

Prerequisiti: Una buona conoscenza della matematica della scuola superiore.

Programma:

Calcolo matriciale.

Sistemi di equazioni lineari.

Sottospazi affini di R^n e loro rappresentazioni cartesiane e parametriche. Distanza e perpendicolarità in R^n .

Spazi vettoriali.

Applicazioni lineari e matrice associata.

Determinante.

Autovalori, autovettori, polinomio caratteristico, diagonalizzabilità, Teorema di Hamilton-Cayley

Prodotti scalari e hermitiani; teorema di Sylvester.

Operatori autoaggiunti, ortogonali, unitari.

Teorema spettrale.

Testo di riferimento del corso:

S. Lang, Algebra Lineare, ed. italiana, “ III Edizione, Bollati Boringhieri, anno 2014”.

Ulteriori testi consigliati:

M. Abate, Geometria, McGraw Hill, 2002.

F. Dalla Volta, M. Rigoli, Elementi di Matematica discreta e di Algebra lineare, Pearson Education, 2007.

LINEAR ALGEBRA AND GEOMETRY

8 CFU

Lecturer: Prof. Francesca Dalla Volta – Dott.. Brivio Sonia – Prof. Diego Conti

Teaching procedure: Lectures (6 CFU), Exercise classes (2 CFU)

Examination: Written and oral examination.

Mark range: 18-30/30

Aims: This is a first course in linear algebra and geometry, which gives the basis for deeper arguments fundamental in Mathematics and Physics.

Contents: Vector spaces and homomorphisms. Linear systems.

Affine geometry.

Matrices and determinants. Eigenvalues and eigenvectors.

Scalar products; Sylvester Theorem

Prerequisites: a good knowledge of the mathematics studied in higher school

Program details:

Matrix calculus.

Systems of linear equations.

Affine Geometry: subspaces and their equations.

Vector spaces.

Linear maps and matrices.

The determinant.

Eigenvalues, eigenvectors, characteristic polynomial, diagonalization, Hamilton-Cayley Theorem.

Scalar and hermitian products; Sylvester Theorem.

Self-adjoint, orthogonal, unitary operators.

Spectral theorem.

Textbook:

S. Lang, Algebra Lineare, ed. italiana, “ III Edizione, Bollati Boringhieri, anno 2014”.

Further readings:

M. Abate, Geometria, McGraw Hill, 2002.

F. Dalla Volta, M. Rigoli, Elementi di Matematica discreta e di Algebra lineare, Pearson Education, 2007.

ANALISI MATEMATICA I

12 CFU

Docente: Prof.ssa Veronica Felli - Prof. Graziano Guerra - Prof. Simone Secchi

Anno di corso: I°, 1° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (8 cfu), esercitazione (4 cfu)

Tipo esame: scritto e orale

Tipo di valutazione: Voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: L'insegnamento si prefigge come obiettivi l'introduzione dei concetti di base dell'Analisi Matematica moderna per funzioni di una variabile reale e lo sviluppo rigoroso della relativa teoria. Lo scopo del corso è quello di condurre lo studente all'acquisizione e alla padronanza dei contenuti, alla capacità di elaborarne i concetti fondamentali in maniera critica, di risolvere problemi e di applicare i metodi appresi a contesti diversi.

Contenuti: Numeri reali e complessi. Funzioni reali di variabile reale: limiti, continuità, calcolo differenziale, calcolo integrale. Successioni e serie numeriche.

Prerequisiti: Algebra, geometria e trigonometria elementari

Programma:

- Campi numerici ordinati, estremo superiore.
- Numeri razionali, numeri reali. Spazi euclidei. Disuguaglianze di Cauchy. Numeri complessi.
- Insiemi e applicazioni tra insiemi. Insiemi infiniti e loro cardinalità: insiemi numerabili, potenza del continuo.
- Sottoinsiemi di \mathbb{R} : insiemi aperti e insiemi chiusi. Punti di accumulazione. Sottoinsiemi connessi.
- Successioni di numeri reali e complessi. Limiti delle successioni. Sottosuccessioni. Completezza. Calcolo dei limiti di successioni. Forme di indecisione e limiti notevoli. Cenni alla classe limite. Compattezza per successioni.
- Serie numeriche. Convergenza e convergenza assoluta, criterio di Cauchy. Serie a termini positivi, criteri di convergenza. Criteri di Leibniz. Operazioni aritmetiche per le serie. Convergenza incondizionata.
- Limiti per funzioni reali di una variabile reale. Proprietà dei limiti. Relazione coi limiti successionali. Limiti di funzioni reali e calcolo dei limiti. Funzioni continue e loro proprietà. Continuità e compattezza. Continuità e connessione. Teoremi di Weierstrass e di Darboux.
- Derivata di funzione reale. Derivata delle funzioni elementari e regole di derivazione. I teoremi fondamentali del calcolo differenziale (Rolle, Lagrange, De l'Hospital. Ecc.) Derivate di ordine superiore. Formula di Taylor. Massimi e minimi. Convessità, punti di flesso. Funzioni primitive.
- Integrale di Riemann in un intervallo e sua interpretazione geometrica. Proprietà dell'integrale di Riemann. Criteri di integrabilità. Integrale definito. Funzione integrale e teorema fondamentale del calcolo. Integrali impropri.

Testo di riferimento del corso:

E. Giusti. Analisi Matematica I. Bollati Boringhieri.

MATHEMATICAL ANALYSIS I

12 CFU

Lecturer: Prof.ssa Veronica Felli - Prof. Graziano Guerra - Prof. Simone Secchi

Teaching procedure: lessons (8 credits), classes (4 credits)

Examination: written and oral examination.

Mark range: 18-30/30

Aims: After completing this course, students should have developed a theoretical understanding of the fundamental concepts of single variable calculus, critical thinking about the learned basic concepts, ability to solve problems and to apply the learned methods in different contexts.

Contents: Real and complex numbers. One-variable calculus: limits, continuity, differential calculus, integration. Sequences and series.

Prerequisites: elementary algebra, elementary trigonometry, elementary analytic geometry.

Program details:

- Numerical fields: rational numbers, real numbers, complex numbers.
- Sets and functions: inverse function, composite function. Infinite sets and their cardinality.
- Limits of real and complex valued sequences. Completeness and Cauchy's condition. Subsequential limits.
- Numerical series. Convergence and absolute convergence. Positive series, alternating series.
- Limits of one-variable real functions-
- Continuous functions and their properties. Monotonic functions.
- Derivatives of real functions. Derivatives of elementary functions. Fundamental theorems on derivatives. Higher order derivatives. Taylor's formula. Increasing functions, stationary points. Convexity, inflection points. Indefinite integrals.
- Riemann integral. Integrability criteria. Integral function and fundamental theorem of the calculus. Extended integrals.

Textbook:

E. Giusti. Analisi Matematica I. Bollati Boringhieri.

ANALISI MATEMATICA II

12 CFU

Docente: Prof. Mauro Garavello

Anno di corso: II°, 1° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (8 cfu), esercitazione (4 cfu)

Tipo esame: scritto e orale

Contenuti: Calcolo differenziale in più variabili. Calcolo integrale in più variabili. Curve, superfici, forme differenziali. Successioni e serie di funzioni. Equazioni differenziali ordinarie.

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: L'insegnamento si prefigge come obiettivi l'acquisizione e la padronanza dei contenuti del corso (calcolo differenziale in più variabili, calcolo integrale in più variabili, curve, superfici, forme differenziali, successioni e serie di funzioni, equazioni differenziali ordinarie), la capacità di elaborare i concetti fondamentali del corso in maniera critica, la capacità di risolvere problemi e di applicare i metodi appresi a contesti diversi.

Prerequisiti: I corsi di matematica del primo anno.

Altre informazioni: Sul sito web: www.matapp.unimib.it è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.

Programma:

- Calcolo differenziale in più variabili: derivate direzionali, funzioni differenziabili, differenziabilità di funzioni composte, derivate successive, formula di Taylor, massimi e minimi di funzioni di più variabili.
- Calcolo integrale in più variabili: definizione di integrale, integrabilità di funzioni continue, riduzione di integrali multipli ad integrali semplici successivi, cambio di variabili, coordinate polari nel piano e nello spazio, calcolo di aree e volumi.
- Curve, superfici, forme differenziali: curve e superfici regolari, lunghezza di una curva e area di una superficie, funzioni implicite, massimi e minimi vincolati e moltiplicatori di Lagrange, forme differenziali, forme esatte e chiuse, formule di Gauss-Green e Stokes.
- Successioni e serie di funzioni: spazi metrici e normati, successioni di Cauchy, convergenza puntuale ed uniforme di successioni e serie di funzioni, completezza dello spazio delle funzioni continue con la norma uniforme, passaggio al limite nell'integrazione e derivazione di successioni di funzioni, serie di potenze, serie di Fourier.
- Equazioni differenziali: il problema di Cauchy, riduzione di un'equazione di ordine n ad un sistema di n equazioni del primo ordine, teorema delle contrazioni e teorema di esistenza ed unicità di soluzioni di equazioni differenziali, equazioni differenziali lineari, equazioni del primo ordine, a variabili separabili, lineari, esatte. Sistemi lineari. Sistemi lineari a coefficienti costanti, esponenziale di una trasformazione lineare, equazioni differenziali lineari di ordine superiore a coefficienti costanti. Prolungabilità delle soluzioni e loro studio qualitativo. Cenni alla stabilità.

Testi di riferimento:

N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone: *Analisi Matematica due*, Liguori Editore

Altri testi consigliati:

P. Marcellini, C. Sbordone: *Esercitazioni di Matematica*, secondo volume, parte prima e seconda

E. Giusti: *Analisi matematica 2*, Bollati Boringhieri

E. Giusti: *Esercizi e complementi di analisi matematica 2*, Bollati Boringhieri

G. De Marco: *Analisi Due*, Zanichelli Decibel

G. De Marco, C. Mariconda: *Esercizi di Analisi Due*, Zanichelli Decibel

C. D. Pagani, S. Salsa: *Analisi matematica 2*, Zanichelli

MATHEMATICAL ANALYSIS 2

12 CFU

Lecturer: Prof. Mauro Garavello

Teaching procedure: lessons (8 credits), classes (4 credits)

Examination: written and oral

Aims: The course aims at accomplishment of the topics treated (differential calculus in several variables, integral calculus in several variables, curves, surfaces, differential forms, sequences and series of functions, ordinary differential equations), critical thinking of students about the learned basic concepts, ability to solve problems and to apply the learned methods in different contexts.

Prerequisites: the knowledge of the contents of the Mathematics courses of the first year will be required.

Contents: Differential calculus in several variables, integral calculus in several variables, sequences and series of functions, curves and surfaces, differential forms, ordinary differential equations.

More information: informations about the teacher's c.v., telephone number, university room or other workplaces, office hours and e-mail can be found on the website: www.matapp.unimib.it.

Program details:

- Differential calculus in several variables: partial derivatives, differentiable functions, chain rule, higher order derivatives, Taylor's formula, maxima and minima of functions of several variables.
- Integral calculus in several variables: Lebesgue integral, integrability of continuous functions, evaluation of multiple integrals by repeated lower-dimensional integration, change of variables, polar coordinates in 2 and 3 dimensions, application to area and volume.
- Curves, surfaces, differential forms: curves and surfaces, length of curves, area of surfaces, Implicit Function Theorem, constrained minimization, Lagrange multipliers, differential forms, closed and exact differential forms, Gauss-Green's Theorem, Stokes' Theorem.
- Sequences and series of functions: metric and normed spaces, Cauchy sequences, point-wise and uniform convergence of sequences and series of functions, completeness of the space of continuous functions with the uniform norm, power series, Fourier series.
- Ordinary differential equations: the Cauchy problem, reduction of an equation of order n to a system of n equations of the first order, the Banach Contraction Theorem and the existence/uniqueness of solutions to differential equations, linear differential equations, first order equations, separation of variables, linear and exact equations. Linear systems. Linear systems with constant coefficients, the exponential of a linear transformation, linear differential equations of higher order with constant coefficients. Maximal solutions. Qualitative study of solutions. Stability.

Textbook:

N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone: *Analisi Matematica due*, Liguori Editore

Further reading:

P. Marcellini, C. Sbordone: *Esercitazioni di Matematica*, secondo volume, parte prima e seconda

E. Giusti: *Analisi matematica 2*, Bollati Boringhieri

E. Giusti: *Esercizi e complementi di analisi matematica 2*, Bollati Boringhieri

G. De Marco: *Analisi Due*, Zanichelli Decibel

G. De Marco, C. Mariconda: *Esercizi di Analisi Due*, Zanichelli Decibel

C. D. Pagani, S. Salsa: *Analisi matematica 2*, Zanichelli

CHIMICA

6 CFU

Docente: Prof. Massimo Moret

Anno di corso: I°, 1° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (6 cfu)

Tipo esame: esame scritto e orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Il corso si propone di introdurre i fondamenti della chimica e gli strumenti necessari per comprendere a livello introduttivo il legame chimico, la geometria molecolare e la reattività chimica.

Prerequisiti: elementi di algebra, calcolo differenziale ed integrale

Programma: Miscele, elementi e composti. Massa atomica e molecolare. Formula minima, bruta e molecolare. Nomenclatura dei composti binari. Stechiometria: relazioni ponderali nelle reazioni chimiche. Reagente limitante. Cenni sulla struttura elettronica dell'atomo. Orbitali atomici per l'atomo di idrogeno. Atomi multielettronici. Proprietà atomiche ad andamento periodico. La tavola periodica degli elementi. Legame ionico e covalente. Strutture di Lewis: regola dell'ottetto. Legami multipli e risonanza. Geometria molecolare (metodo VSEPR). Geometria e polarità delle molecole. Orbitali ibridi. Teoria dell'orbitale molecolare per le molecole biatomiche. Forze intermolecolari. Il legame a idrogeno. Solidi ionici, molecolari, covalenti. Liquidi e solvatazione. Le soluzioni.

Diagrammi P-T. Equilibrio chimico: la costante di equilibrio. Composizione di miscele di reazione all'equilibrio. Risposta dell'equilibrio chimico alle perturbazioni. Acidi e basi secondo Brønsted-Lowry. Definizione di pH. Forza di acidi e basi. Calcolo del pH di soluzioni di acidi e basi. Soluzioni tampone. Titolazione acido/base. Equilibri di solubilità. Prodotto di solubilità di sali poco solubili. Effetto dello ione comune. Reazioni di precipitazione. Cinetica chimica: velocità istantanea di reazione. Legge cinetica e ordine di reazione. Forme integrate di semplici equazioni cinetiche. Tempo di semitrasformazione. Effetto della temperatura sulla velocità di reazione. Catalisi. Stato di ossidazione e processi ossido riduttivi. Le pile. Potenziali standard di riduzione ed equazione di Nernst.

Testo di riferimento del corso:

P. Atkins, L. Jones "Fondamenti di Chimica Generale"

CHEMISTRY

6 CFU

Lecturer: Prof. Massimo Moret

Teaching procedure: lessons (6 credits)

Examination: written and oral examination

Aims: Introduction to fundamental concepts of chemistry and atomic nature of matter including stoichiometry, chemical bonding, molecular geometry and chemical reactions.

Prerequisites: basics of algebra and calculus.

Program details: Mixtures, elements and compounds. Chemical formulas and equations. Naming inorganic binary compounds. Stoichiometry: atomic weight, mol, molar weight. Yield of a chemical reaction. Electronic structure of atoms. Atomic orbitals for the hydrogen atom. Many-electron atoms. Atomic properties and periodicity. The periodic system of elements. The ionic and covalent bond. Lewis structures and octet rule. Multiple bonds and resonance. Hybrid orbitals. Molecular orbital theory. Molecular geometry (VSEPR model) and polarity of molecules. Intermolecular forces. The hydrogen bond. Ionic, molecular and covalent solids. Liquids and solvation. Exo- and endothermic processes. P-T phase diagrams. Chemical equilibria. The equilibrium constant of a chemical reaction: composition at equilibrium. Response to external perturbations. Brønsted-Lowry theory of acids and bases. Strengths of acids and bases. pH of acids and bases. Buffer solutions. Acid/base titrations. Solubility equilibria: the solubility product. Reaction kinetics. The kinetic law for 1st and 2nd order reactions. The half life of reactants. Collision and transition state theories of reactions. Activation energy and catalysis. Oxidation state and redox reactions. Electrochemistry. Electrochemical cells and Nernst equation.

Textbook:

P. Atkins, L. Jones "Chemical principles - The quest for insight"

ELEMENTI DI ASTROFISICA

6 CFU

Docente: Dott. Mario Zannoni, Dott. Massimo Dotti

Anno di corso: III°, 1° semestre

Tipologia didattica: Lezione frontale (6 cfu)

Tipo esame: Scritto

Tipo di valutazione: Voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Introdurre gli studenti alle problematiche relative all'astrofisica moderna con particolare riferimento alla astrofisica stellare, extragalattica e alla cosmologia.

Prerequisiti: meccanica classica, elettromagnetismo

Programma:

Tecniche osservative. - Cenni di evoluzione stellare. - Oggetti collassati: nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri. - La Via Lattea, struttura. - Le galassie: morfologia e dinamica. - La scala delle distanze cosmiche e gli strumenti concettuali per la loro misura. - Evidenze osservative del modello di Big Bang. - Introduzione alla radiazione cosmica di fondo.

ELEMENTS OF ASTROPHYSICS

6 CFU

Lecturer:: Dott. Mario Zannoni, Dr. Massimo Dotti

Teaching procedure: Lessons (6cfu)

Examination: Written test

Aims: Introduction to modern astrophysics, focusing on stellar and extragalactic astrophysics and cosmology

Prerequisites: classical mechanics, electromagnetism

Program details:

Observational techniques. - Introduction to stellar evolution. - Compact objects: white dwarves, neutron stars and black holes. - The Milky Way, structure. - Galaxies: morphology and dynamics. - The cosmological distance ladder. - Observational evidences of the Big Bang model. - Introduction to the cosmic microwave background.

Textbook:

Dan Maoz: Astrophysics in a nutshell. Ed.Princeton university press.

ELEMENTI DI BIOFOTONICA

6 CFU

Docente: Prof. Laura D'Alfonso

Anno di corso: III° anno, 1° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale

Tipo esame: Orale

Tipo di valutazione: Voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Fornire elementi di base sulla fotonica nell'intervallo visibile-infrarosso e sulle sue applicazioni in campo medico e biofisico.

Prerequisiti: i corsi di Fisica dei primi due anni della Laurea Triennale in Fisica

Programma: I protagonisti: proteine, acidi nucleici, cellule, cromofori, farmaci. Strutture e interazioni. Le regole del gioco: Energia libera di Gibbs e Helmholtz. Potenziale chimico e legge di azione di massa. Energia di legame. Grafico di Scatchard. Effetti di cooperatività. Il processo di unfolding.

Episodi:

- Spettroscopia di assorbimento. Legge di Beer-Lambert. Coefficienti di assorbimento ed emissione.
- Spettroscopia di fluorescenza di emissione ed eccitazione.
- Dicroismo circolare.
- La diffusione dinamica di luce.
- Microscopia ottica confocale e con eccitazione a due fotoni.
- Nanoparticelle multifunzionali per applicazioni biomediche: interazione con la radiazione, meccanismi di targeting e internalizzazione cellulare, effetti termici in campo medico.

Testo di riferimento del corso:

1. Webb, Andrew; "Introduction to biomedical imaging"
2. Cantor, Charles R.; Schimmel, Paul R.; "Biophysical chemistry" [Comprende: The conformation of biological macromolecules 1 Techniques for the study of biological structure and function 2 The behavior of biological macromolecules 3]

INTRODUCTION TO BIOPHOTONICS

6 CFU

Lecturer: Prof. Laura D'Alfonso

Teaching procedure: Lessons

Examination: Oral

Aims: The course provides the basic principles of photonics applied to biophysics and medical physics with examples in the field of optical microscopy.

Prerequisites: Physics courses of the first two years of the Laurea Triennale.

Program details:

The characters: proteins, nucleic acids, cells, chromophores, nanomaterials. Their structure and interactions.

Basic rules: Gibbs and Helmholtz free energy. Chemical potential and law of mass action. Binding energy and kinetics. Cooperative binding. The unfolding process.

Episodes:

- Absorption spectroscopy. Beer-Lambert's law. Absorption and emission coefficients.
- Fluorescence spectroscopy: steady state and time resolved.
- Circular dichroism .
- Quasi elastic light scattering.
- Confocal and two-photon excitation optical microscopy.
- Multifunctional nanoparticles for biomedical applications: interaction with light, mechanisms of cellular targeting and uptake, thermal effects in the medical field.

Textbook:

1. Webb, Andrew; "Introduction to biomedical imaging"
2. Cantor, Charles R.; Schimmel, Paul R.; "Biophysical chemistry" [Comprising: The conformation of biological macromolecules 1 Techniques for the study of biological structure and function 2 The behavior of biological macromolecules 3]

ELEMENTI DI ELETTRONICA

6 CFU

Docente: Prof. Andrea Baschiroto

Anno di corso: III°, 1° semestre

Tipologia didattica: Lezione frontale (3cfu), Esercitazione (3 cfu)

Tipo esame: Prova scritta e/o orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Far acquisire allo studente le nozioni di base di elettronica analogica concernenti il funzionamento di dispositivi elettronici, la loro polarizzazione e l'elaborazione del segnale.

Prerequisiti: Principali Nozioni di Fisica di base classica: Elettricità e Magnetismo

Programma:

Teoria delle reti. Il diodo a semiconduttore: Polarizzazione del diodo. Uso del diodo per grandi segnali. Circuito equivalente per piccoli segnali. Il Transistor MOS: Funzionamento del transistor MOS. La polarizzazione del transistor MOS. Il circuito equivalente per piccolo segnale. Stadi di guadagno con un transistor. L'amplificatore operazionale. Circuiti con l'amplificatore operazionale. Semplici circuiti di elaborazione analogica del segnale (preamplificatore di carica, etc.....). Esercitazioni di simulazioni al calcolatore.

Testo di riferimento del corso:

Sedra, Smith, "Microelectronics circuits"

Dispense del corso

ELEMENTS OF ELECTRONICS

6 CFU

Lecturer: Prof. Andrea Baschiroto

Teaching procedure: Lessons (3 credits), Classes (3 credits)

Examination: oral

Aims: The course provides the basic principles of analog electronics, concerning electronics device operations, bias condition, and signal processing.

Prerequisites: Notions of fundamental Physics: Electricity and Magnetism

Program details:

Electrical network theory. Semiconductor diode, Bias. Use of the diode for large signals. Small signal equivalent circuit. MOS Transistor. Operations, bias point, small signal equivalent circuit, gain stage with a transistor. Operational amplifier: circuit with an operational amplifier. Simple circuits of analog signal processing (charge preamplifier, shaper, etc....). Experiments with CAD software.

Textbook:

Sedra, Smith, "Microelectronics circuits"

Material of the course

ELEMENTI DI FISICA MEDICA ED AMBIENTALE

6 CFU

Docente: Prof. Angelo Nucciotti

Anno di corso: III°, 2° semestre

Tipologia didattica: lezioni frontali (6 cfu)

Tipo esame: orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Impartire le conoscenze di base relative agli effetti biologici e sanitari degli agenti fisici presenti nell'ambiente esterno, nell'ambiente lavorativo e nelle pratiche mediche.

Prerequisiti: I contenuti dei corsi di fisica e di laboratorio dei primi due anni.

Programma:

Introduzione alla radioattività: decadimento radioattivo, raggi cosmici, radioattività naturale e artificiale.

Introduzione alle interazioni della radiazione ionizzante con la materia: elettroni e particelle pesanti, fotoni, neutroni.

Protezionistica Ambientale: effetti biologici della radiazione ionizzante, grandezze radioprotezionistiche, radioprotezione lavoratori e popolazione, dosimetria, esempi di calcolo della dose, applicazioni radioattività, macchine radiogene e schermature, rivelatori per dosimetria.

Cenni di Medicina Nucleare (imaging con radionuclidi e radioterapia) e Diagnostica per Immagini (NMR e imaging con raggi X).

Altri agenti fisici (radiazioni non ionizzanti e rumore acustico): caratterizzazione, effetti biologici, legislazione e misura.

Testo di riferimento del corso:

N J Carron, "An Introduction to the Passage of Energetic Particles through Matter", Taylor and Francis

J. E. Martin, "Physics for Radiation Protection", Wiley

J.R. Greening, "Fundamentals of Radiation Dosimetry", Adam Hilger

Johns Cunningham, "The Physics of Radiology", Charles Thomas Publisher

Frank Herbert Attix, "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry", Wiley

Webb A. "Introduction to biomedical imaging". Wiley, 2003

**ELEMENTS OF ENVIRONMENTAL AND MEDICAL
PHYSICS
6 CFU**

Lecturer: Prof. Angelo Nucciotti

Teaching procedure: lessons, 6 credits

Examination: oral

Aims: Provide the basic knowledge about the physical agents present in the external environment, in the working places and in the medical practices.

Prerequisites: Physics and laboratory courses of the first two years

Program details:

Introduction to Radioactivity: radioactive decay, cosmic rays, natural and artificial radioactivity.

Introduction to the interactions of radiation with matter: electrons and heavy charged particles, photons, neutrons.

Environmental protection: biological effects of radiation, radiation protection quantities, radiation protection for workers and the population, dosimetry, dose calculation examples, applications of radioactivity, x-ray production and shielding, detectors for dosimetry.

Introduction to Nuclear Medicine (imaging with radionuclides and radiotherapy) and Medical Imaging (MRI e X-ray imaging).

Other physical agents (non-ionizing radiation and acoustical noise): characterization, biological effects, legislation, measurement.

Textbook:

Frank Herbert Attix, "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry"

N J Carron, "An Introduction to the Passage of Energetic Particles through Matter", Taylor and Francis

J. E. Martin, "Physics for Radiation Protection", Wiley

J.R. Greening, "Fundamentals of Radiation Dosimetry", Adam Hilger

Johns Cunningham, "The Physics of Radiology", Charles Thomas Publisher

Frank Herbert Attix, "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry", Wiley

Webb A. Introduction to biomedical imaging. Wiley, 2003

RELATIVITA'

6 CFU

Docente: Prof. Oleari Carlo

Anno di corso: III°, 1° semestre

Tipologia didattica: Lezione frontale (6 cfu)

Tipo esame: Scritto

Obiettivi: Studi approfonditi della relatività ristretta, delle sue conseguenze, dei suoi apparenti paradossi. Formulazione covariante delle leggi della dinamica e dell'elettromagnetismo (equazioni di Maxwell). Formalismo Lagrangiano e introduzione alla teoria classica dei campi, prerequisito fondamentale per la teoria quantistica dei campi. Derivazione dell'equazione di Dirac, punto di non ritorno della fusione tra meccanica quantistica e relatività ristretta.

Contenuti: La relatività ristretta di Einstein. Formulazione covariante della dinamica relativistica e dell'elettrodinamica classica. Formalismo lagrangiano relativisticamente invariante. Teoria classica dei campi: campi scalari, vettoriali e spinoriali.

Prerequisiti: Meccanica classica, elettrodinamica classica, analisi matematica (integrali, equazioni differenziali, delta di Dirac).

Altre informazioni: La pagina web di riferimento del corso è la pagina personale del docente: <http://virgilio.mib.infn.it/~oleari>

Programma:

- Richiami delle basi della relatività ristretta. Sistemi inerziali, conseguenze dell'invarianza della velocità della luce. Trasformazioni di Lorentz. Conseguenze delle trasformazioni di Lorentz e loro verifiche sperimentali. Discussione dei "paradossi" più famosi. Composizione relativistica delle velocità, aberrazione della luce, effetto Doppler relativistico
- Equazioni di Maxwell, potenziali vettore e scalare, invarianza di gauge. Notazione compatta per grandezze vettoriali e derivate in tre dimensioni.
- Il gruppo di Lorentz e i suoi generatori, algebra del gruppo di Lorentz. Classificazione delle trasformazioni di Lorentz e loro proprietà generali. Tetra-vettori e tensori covarianti e controvarianti. Invarianti relativistici. Il tensore metrico.
- La tetra-velocità, la tetra-accelerazione e il tetra-momento. La relazione di Einstein tra energia e massa. Conservazione dei tetra-momenti per arbitrari processi di urto.
- Composizione di boost di Lorentz in direzioni non parallele. La precessione di Thomas.
- Dinamica di una particella in moto relativistico.
- Equazioni di Maxwell in forma covariante, trasformazioni di gauge, correnti conservate. Il tensore $F_{\mu\nu}$. Leggi di trasformazione dei campi elettrici e magneti in arbitrari sistemi inerziali.
- Interazione di campi elettromagnetici con cariche, forza di Lorentz, studio di moti di particelle cariche in campi elettrici e magnetici costanti e uniformi.
- Moto di una particella carica con spin in un campo elettromagnetico. Equazione di Bargmann-Michel-Telegdi. Interazione spin-orbit di un elettrone in un campo centrale.
- Il principio di minima azione e formulazione lagrangiana delle equazioni del moto relativistiche.
- Teoria classica dei campi. Campi scalari ed equazione di Klein-Gordon per campi reali e complessi. Campi vettoriali: la Lagrangiana dell'elettrodinamica in interazione con correnti.
- Il tensore energia-impulso per campi elettromagnetici liberi ed in interazione. Teorema della Nöther.
- Rappresentazioni irriducibili, finito-dimensionali, non equivalenti, proiettive del gruppo proprio di Lorentz. Campi spinoriali di Weyl e Dirac. Lagrangiana per campi liberi ed in interazione. L'equazione di Dirac e la previsione del rapporto giromagnetico dell'elettrone.

Testo di riferimento del corso:

Classical Electrodynamics, J.D. Jackson

Spacetime Physics, E.F. Taylor e J.A. Wheeler

The Classical Theory of Fields (Volume 2), L.D. Landau e E.M. Lifshits

Gravitation and Cosmology, S. Weinberg

ELEMENTS OF THEORETICAL PHYSICS

6 CFU

Lecturer: Prof. Oleari Carlo

Teaching procedure: Lessons (6 cfu)

Examination: Written examination

Aims: Detailed studies of Einstein special relativity, of its consequences, of its apparent paradoxes. Covariant formulation of the laws of the dynamics and of the electromagnetism (Maxwell equations). Lagrangian formalism and introduction to the classical theory of fields, fundamental prerequisite for quantum-field-theory studies. Derivation of the Dirac equation, point of no return of the fusion between quantum mechanics and special relativity.

Contents: Einstein special relativity. Covariant formulation of relativistic dynamics and of the classical electromagnetism. Relativistically-invariant Lagrangian formalism. The classical theory of fields: scalar, vector and spinor fields.

Prerequisites: Classical mechanics, classical electrodynamics, mathematical analysis (integrals, differential equations, Dirac delta)

Syllabus:

-Bases of special relativity. Inertial frames, consequences of the invariance of the speed of light, Lorentz transformations. Consequences of the Lorentz transformations and their experimental checks. Discussion of the most famous “paradoxes”.

Composition of speeds, aberration of light, the relativistic Doppler effect.

-Maxwell equations, scalar and vector potentials, gauge invariance. Compact notation for vectors and derivatives in three dimensions.

-The Lorentz group and its generators, the algebra of the Lorentz group. Classification of the Lorentz transformations and their general properties. Covariant and contravariant four-vectors and tensors. Relativistic invariants. The metric tensor.

-The four-velocity, four-acceleration and four-momentum. The Einstein relation between energy and mass. Four-momentum conservation law for arbitrary scattering processes.

-Compositions of boosts along non-parallel directions. Thomas precession.

-Relativistic dynamics of the motion of a particle

-Covariant form of the Maxwell equations, gauge transformations, conserved currents. The $F_{\mu\nu}$ tensor. The transformation laws of electric and magnetic fields in arbitrary inertial frames.

-Interaction of electromagnetic fields with charges, the Lorentz force, motion of charged particles in constant and uniform electric and magnetic fields.

-Motion of a charged particle with spin in an electromagnetic field. The Bargmann-Michel-Telegdi equation. Spin-orbit interaction of an electron in a central field.

-The “least action” principle and Lagrangian formulation of the relativistic equations of motion.

-The classical theory of fields. Scalar fields and Klein-Gordon equation for real and complex fields. Vector fields: the Lagrangian for electrodynamics and charges.

-The energy-momentum tensor for free or interacting electromagnetic fields. The Nöther theorem.

-The irreducible, finite-dimensional, non-equivalent, projective representations of the proper Lorentz group. Weyl and Dirac spinor fields. The Lagrangian for free and interacting spinor fields. The Dirac equation and the gyromagnetic ratio of the electron.

Textbook:

Classical Electrodynamics, J.D. Jackson

Spacetime Physics, E.F. Taylor e J.A. Wheeler

The Classical Theory of Fields (Volume 2), L.D. Landau e E.M. Lifshits

Gravitation and Cosmology, S. Weinberg

ESPERIMENTAZIONI DI ASTROFISICA

8 CFU

Docente: Prof. Massimo Gervasi – Dott. Mario Zannoni

Anno di corso: III°, 2° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (2 cfu), laboratorio (6 cfu)

Tipo esame: relazione scritta, colloquio orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: introdurre gli elementi della progettazione di algoritmi e strutture dati e della programmazione, con esempi in C.

Prerequisiti: nessuno

Programma:

Lezioni frontali:

vengono sinteticamente descritte le tecniche e la strumentazione utilizzate nelle osservazioni astrofisiche a diverse frequenze, con particolare attenzione a quanto verrà utilizzato nel laboratorio. Ovvero: antenne, telescopi e ottiche; rivelatori; tecniche fotometriche e spettroscopiche; tecniche di estrazione del segnale.

Laboratorio:

gli studenti effettueranno osservazioni di sorgenti celesti: Sole, Luna, Galassia, Radiazione Cosmica a Microonde, Raggi Cosmici.

Le misure comprenderanno: caratterizzazione di rivelatori; calibrazione del segnale osservato; misura di foregrounds.

Testo di riferimento del corso:

M. Gervasi: Appunti delle lezioni.

ASTROPHYSICS LABORATORY

8 CFU

Lecturer: Prof. Massimo Gervasi – Dott. Mario Zannoni

Teaching procedure: lessons (2 credits), laboratory (6 credits)

Examination: written report on measurements, oral examination.

Aims: introduce instrumentation and techniques for Astrophysics; allow students to have the first experience in sources observation and signal calibration.

Prerequisites: physics and laboratory courses of previous semesters.

Program details:

Lessons:

techniques and instrumentation used in astrophysics are described for the several spectral bands, with particular attention to what will be used during the laboratory activity. The following items are studied: antennas, telescopes, optics; detectors; photometric and spectroscopic techniques; noise reduction techniques.

Laboratory measurements:

students are involved into observations of sky sources: Sun, Moon, Galaxy, Cosmic Microwave Background, Cosmic Rays. Measurements will include: detector characterisation; calibration of observed signals; foregrounds subtraction.

Textbook:

M. Gervasi: slides of the lectures

ESPERIMENTAZIONI DI BIOFISICA

8 CFU

Docente: Dott. Laura Sironi

Anno di corso: III°, 2° semestre

Tipologia didattica: laboratorio (6cfu), esercitazione (2cfu)

Tipo esame: orale con relazione scritta

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: lo studente apprenderà l'uso di tecniche spettroscopiche di base per la caratterizzazione di biomolecole.

Prerequisiti: nozioni di elettromagnetismo classico, ottica, elementi di biofisica

Programma:

Spettroscopia di assorbimento e di fluorescenza di biomolecole e fluorofori.

Determinazione della struttura secondaria di proteine e studio del processo di folding-unfolding mediante tecniche ottiche (dicroismo circolare, fluorescenza e spettroscopia infrarossa).

Studio dell'interazione fra biomolecole e piccoli ligandi mediante fluorescenza.

Misura della dimensione di proteine e dello stato di aggregazione di nanoparticelle d'oro mediante diffusione quasi elastica di luce.

Studio degli effetti di ipertermia di nanoparticelle metalliche prodotti da luce laser infrarossa e visualizzati mediante l'uso di una termocamera.

Uso di un microscopio confocale a fluorescenza per acquisire immagini di cellule e tessuti biologici: analisi delle immagini, misura della risoluzione ottica del sistema.

Testo di riferimento del corso:

Cantor and Schimmel "Biophysical Chemistry"

BIOPHYSICS LABORATORY

8 CFU

Lecturer: Dott. Laura Sironi

Teaching procedure: laboratory (6 cfu), classes (2 cfu)

Examination: oral with written report

Aims: the laboratory will be focused on the characterization of biomolecules through spectroscopic techniques

Prerequisites: notions of classical electromagnetism, optics, elements of biophysics

Program details:

Absorbance and fluorescence spectroscopy of biomolecules and fluorophores.

Evaluation of the secondary structure of proteins and study of the folding-unfolding processes through optical techniques (circular dichroism, fluorescence and infrared spectroscopy).

Study of biomolecules-small ligands interactions through fluorescence techniques.

Estimate of the proteins dimension and the aggregation state of gold nanoparticles by means of quasi-elastic light scattering.

Hyperthermic effect induced on metallic nanoparticles by an infrared laser and its measurement through a thermal camera.

Fluorescence confocal microscopy applied to image acquisition of cells and biological tissues: image analysis, measurement of the optical resolution of the system.

Textbook:

Cantor and Schimmel "Biophysical Chemistry"

ESPERIMENTAZIONI DI FISICA COMPUTAZIONALE

8 CFU

Docente: Prof. Claudio Destri

Anno di corso: III°, insegnamento annuale

Tipologia didattica: lezione frontale (16 ore), laboratorio (72 ore)

Tipo esame: relazione scritta ed esame orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Imparare a studiare problemi di Fisica al computer con MATLAB.

Prerequisiti: Insegnamenti degli anni precedenti e nozioni base di Meccanica Classica e Meccanica Quantistica

Programma:

Prima parte: metodi computazionali di base con MATLAB:

introduzione, sistemi di equazioni lineari, interpolazione, zeri e radici, minimiquadrati, integrazione numerica, equazioni differenziali ordinarie, trasformazione discreta di Fourier (FFT), numeri pseudorandom, autovalori e autovettori, equazioni differenziali alle derivate parziali.

Seconda parte: approfondimenti:

Metodi Monte Carlo. catene di Markov, cammini aleatori su grafi e nel continuo, moto Browniano, campionamento di importanza.

Metodi simplettici di tipo operator splitting per la dinamica classica e l'equazione di Liouville.

Metodo spettrale operator splitting+FFT per l'equazione di Schroedinger.

Testo di riferimento del corso:

Numerical computing with MATLAB, Chris Moler, The Mathworks

Note da alcune lezioni frontali

LABORATORY COMPUTATIONAL PHYSICS

8 CFU

Lecturer: Prof. Claudio Destri

Teaching procedure: lessons (2 credits), laboratory (6 credits)

Examination: written report and oral exam

Mark range: 18-30/30

Aims: Learning how to study physical problems on the computer with MATLAB

Prerequisites: Teachings of previous years and basic knowledge of Classical and Quantum Mechanics

Syllabus:

Part 1: basic computational methods with MATLAB:

introduction, systems of linear equations, interpolation, zeros and roots, leastsquares, numerical integration, ordinary differential equations, Fast Fourier Transform (FFT), pseudorandom numbers, eigenvalues and eigenvectors. Partial differential equations.

Part 2: further developments:

Monte Carlo methods, Markov chains, random walks on graphs and on the continuum, Brownian motion, importance sampling.

Operator splitting symplectic methods for classical dynamics and Liouville equation.

Operator splitting + FFT spectral method for the Schroedinger equation.

Textbook:

Numerical computing with MATLAB, Chris Moler, The Mathworks

Lecture notes

ESPERIMENTAZIONI DI FISICA DEI SOLIDI

8 CFU

Docente: Prof. Maurizio Acciarri

Anno di corso: III°, 2° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (3 cfu), attività di laboratorio (5 cfu)

Tipo esame: valutazione della relazione scritta delle esperienze eseguita.

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: presentare alcune tecniche di caratterizzazione per la fisica dello stato solido.

Prerequisiti: contenuti dei corsi di fisica ed i laboratori di fisica dei precedenti semestri

Programma:

il corso consiste in una serie di esperienze di laboratorio mirate alla caratterizzazione elettrica ed ottica di semiconduttori (conducibilità ed effetto Hall, caratteristiche della giunzione p-n, assorbimento e conversione fotovoltaica dell'energia luminosa, determinazione del tempo di vita dei portatori di carica minoritari).

L'attività di laboratorio sarà preceduta da un ciclo di lezioni (3cfu) in cui saranno introdotte le diverse esperienze.

Testo di riferimento del corso:

C. Kittel: "Introduzione alla Fisica dello Stato Solido", Bollati Boringhieri

Mario Guzzi: "Principi di fisica dei semiconduttori", Editore Ulrico Hoepli (Milano, 2004)

SOLID STATE LABORATORY

8 CFU

Lecturer: Prof. Maurizio Acciarri

Teaching procedure: lessons (3 credits), laboratory (5 credits)

Examination: written report

Aims: the aim of the course is to present different techniques for the study of the solid state physic.

Prerequisites: physics courses and physics laboratories of the previous semesters

Program details:

the course is composed by laboratory experiences addressed to the electrical and optical characterization of semiconductor (conductivity and Hall effect, p-n junction characterization, absorption and photovoltaic conversion of the light).

Frontal lessons will precede the laboratory activity for an introduction of the experiments.

Textbook:

C. Kittel: "Introduzione alla Fisica dello Stato Solido", Bollati Boringhieri

Mario Guzzi: "Principi di fisica dei semiconduttori", Editore Ulrico Hoepli (Milano, 2004)

ESPERIMENTAZIONI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE

8 CFU

Docente: Dott.ssa Silvia Capelli

Anno di corso: III°, 2° semestre

Tipologia didattica: attività di laboratorio anticipate da alcune lezioni introduttive frontali (8 cfu)

Tipo esame: Relazione scritta sull'esperienza svolta in laboratorio e orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: strumenti, metodi e tecniche di laboratorio per le misure di nucleare e subnucleare con applicazioni di fisica delle particelle, analisi ambientali e diagnostica medica.

Prerequisiti: nessuno

Programma:

Introduzione alla rivelazione di particelle: rivelatori di particelle, trattamento del segnale, acquisizione ed analisi dati.

Spettroscopia alfa, beta e gamma: ottimizzazione, taratura e caratterizzazione di rivelatori a stato solido; misure di attività; misure di relazioni energia/percorso e di ionizzazione specifica di particelle alfa; misure di assorbimento della radiazione gamma e misure di correlazioni in energia, angolo e tempo nei decadimenti nucleari.

Caratterizzazione della radiazione cosmica al suolo usando scintillatori plastici e tecniche di coincidenza/anticoincidenza/veto.

Testo di riferimento del corso:

G.F. Knoll, "Radiation Detection and Measurement"

LABORATORY OF NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS

8 CFU

Lecturer: Dott.ssa Silvia Capelli

Teaching procedure: laboratory activities with some introductory lessons (8 cfu)

Examination: Written report for the experiment done during the laboratory classes and oral

Aims: education to the use of nuclear instruments and methods with applications in particle physics, in environmental analysis and medical diagnostics.

Prerequisites: none

Program details:

Introduction to particle detection: particle detectors and signal processing, data acquisition and data analysis. Alpha, beta and gamma spectroscopy: optimisation, calibration and characterization of solid state detectors; measurements of activities; measurements of the range-energy curve and of the specific ionisation of alpha particles; measurements of gamma rays absorption and measurements of energy, angle and time correlations in nuclear decays.

Characterization of cosmic rays at ground: time of flight, speed and lifetime of muons using plastic scintillators and coincidence/anticoincidence/veto techniques.

Textbook:

G.F.Knoll, "Radiation Detection and Measurement"

ESPERIMENTAZIONI DI PLASMI

8 CFU

Docente: Prof. Gustavo Granucci

Sul sito web: www.ifp.cnr.it è possibile trovare le informazioni sul docente, il numero di telefono dello studio, la sede di lavoro e l'indirizzo e-mail per concordare appuntamenti con gli studenti.

Anno di corso: III°, 2° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale, attività sperimentale in laboratorio

Tipo esame: orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: progettazione e costruzione di una sonda elettrostatica (Langmuir), misure dei parametri fondamentali di plasma sulla macchina lineare GyM (IFP-CNR).

Prerequisiti: Fisica II

Programma:

Il corso è preceduto da una prima parte teorica in cui sono fornite le principali nozioni sui plasmi di laboratorio con riferimento specifico alla generazione del plasma nella macchina lineare GyM, sull'interazione onda-plasma alla ciclotronica elettronica, sull'utilizzo di microonde di potenza (generazione e trasmissione) e sulle sonde elettrostatiche usate come diagnostica dei plasmi. Nella seconda parte del corso, a carattere pratico e sperimentale, gli studenti progetteranno e realizzeranno il sistema diagnostico (sonde elettrostatiche) per misurare gli andamenti spaziali dei parametri principali del plasma di GyM (densità e temperatura elettronica, potenziale di plasma, pressione cinetica) in diverse condizioni sperimentali (pressione, tipo di gas, campo magnetico, potenza RF) scelte secondo l'interesse degli studenti e del programma sperimentale di GyM. La gestione dell'intera fase di progettazione, realizzazione, acquisizione dati ed elaborazione software delle misure è lo scopo del corso. Nella relazione finale gli studenti potranno elaborare, se necessario, modelli interpretativi da inquadrare nel più ampio obiettivo scientifico di GYM sullo studio delle fluttuazioni di plasma.

Testo di riferimento del corso:

F.F.Chen, "Introduction to plasma physics", Plenum, 1984

PLASMA LABORATORY

8 CFU

Lecturer: Prof. Gustavo Granucci

On the website: www.ifp.cnr.it it is possible to find information about the lecturer, the phone number of the office, the working site and the e-mail to agree appointment with the students

Teaching procedure: lessons and experimental activities

Examination: oral

Aims: development of an electrostatic probe (Langmuir), measurements of fundamental plasma parameters in the linear device GyM (IFP-CNR).

Prerequisites: Physics II

Program details:

the course is preceded by a first introductory part on the theoretical basis where the main notions concerning laboratory plasmas are provided, with a specific attention to the plasma production in the GyM linear device, to the wave-plasmas interaction at electron cyclotron frequency, to microwave power use (generation and transmission) and to electrostatic probes used as plasma diagnostics.

In the second part, and experimental, students will design and build the diagnostic system aimed to the measure of the spatial profiles of the main plasma parameters in GyM (electron density and temperature, plasma potential, kinetic pressure) under different operating conditions (pressure, gas mixture, magnetic field, RF power) decided according to the student interest and the experimental program ongoing in GyM. Aim of the course is the of the complete phase of design, implementation, data acquisition and software analysis. In the final report the students could elaborate models for the interpretation of their data.

Textbook:

F.F.Chen, "Introduction to plasma physics", Plenum, 1984

FISICA I

16 CFU

Docente: Prof. Marco Paganoni, - Prof. Tommaso Tabarelli de Fatis – Prof. Ghezzi Alessio

Anno di corso: I anno, semestre I+II

Tipologia didattica: Lezione frontale, Esercitazione

Tipo esame: Scritto e Orale

Tipo di valutazione: Voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi:

Fornisce le basi della meccanica classica del punto e dei sistemi; introduce i concetti di simmetria, le Leggi di Conservazione e fornisce le basi della termodinamica. Introduce i concetti della meccanica dei fluidi e della relatività speciale.

Prerequisiti: nessuno

Programma:

La Misura; Moto in una dimensione; Vettori; Moto in due e tre dimensioni; le Forze e la leggi di Newton; Dinamica delle particelle; Lavoro ed Energia; Conservazione dell'Energia; Sistemi di particelle; Urti; Cinematica Rotazionale; Dinamica Rotazionale; Momento Angolare; Equilibrio dei corpi rigidi; Oscillazioni; Gravitazione. Onde; Acustica; Temperatura; Teoria cinetica dei gas; il Calore ed il I principio della Termodinamica; l'Entropia ed il II principio della Termodinamica; Statica dei Fluidi; Dinamica dei Fluidi; Relatività speciale.

Testi di riferimento:

Mazzoldi / Nigro / Voci: "Fisica - Vol. 1", Edises

PHYSICS 1

16 CFU

Lecturer: Prof. Marco Paganoni, - Prof. Tommaso Tabarelli de Fatis – Prof. Ghezzi Alessio

Teaching procedure: Lessons, Classes

Examination type: Written and oral examination

Aims: Introduction to the classical Physics; symmetries, conservation rules and introduction to the thermodynamics. Introduction to special relativity.

Prerequisites: none

Program details:

Measurement; Motion in one dimension; Vectors; Motion in two and three dimensions; Force and Newton's laws; particle Dynamics; Energy and Work; Energy Conservation; Systems of particles; Collisions; Rotational Kinematics; Rotational Dynamics; Angular Momentum; Equilibrium of rigid bodies; Oscillations; Gravitation. Fluid statics; Fluid dynamics; the special theory of Relativity; Temperature; Kinetic theory and ideal gas; Heat and the first law of thermodynamics; entropy and the second law of thermodynamics; Fluid statistics; Fluid dynamics; the special theory of Relativity.

Textbook:

Mazzoldi / Nigro / Voci: "Fisica - Vol. 1", Edises

FISICA II

14 CFU

Docente: Prof. Giuseppe Gorini

Anno di corso: II anno, semestre I+II

Tipologia didattica: lezione frontale (10 cfu), esercitazione (4 cfu)

Tipo esame: scritto e orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Trattazione dei fondamenti dell'elettromagnetismo e dell'ottica fisica: fenomenologia e leggi fondamentali, soluzione di problemi.

Prerequisiti: I contenuti dei corsi di matematica e fisica del primo anno.

Programma:

Analisi vettoriale:

Campi e Linee di forza, Operatori differenziali e integrali, Teorema della divergenza e del rotore.

Elettrostatica nel vuoto:

Legge di Coulomb, Campo elettrico, Potenziale elettrico ed energia potenziale, Teorema di Gauss, Conduttori ed isolanti, Induzione elettrostatica, Problema generale dell'elettrostatica, Capacità, Condensatori in serie e parallelo, Energia elettrostatica.

La corrente elettrica stazionaria:

Intensità e Densità di corrente, Conducibilità elettrica, Resistività e legge di Ohm, Tempo di rilassamento, Forze elettromotrici e generatori, Collegamenti tra resistori, Legge di Joule, Circuiti elettrici in CC, Reti resistive.

Magnetostatica nel vuoto:

Induzione magnetica, Forza agente su una carica in moto, Forza agente su un circuito percorso da corrente, Seconda formula di Laplace, Legge di Biot e Savart, Prima formula di Laplace, Forza agente tra due circuiti percorsi da corrente, Legge della circuitazione di Ampère, Flusso magnetico. Potenziale vettore magnetico.

Induzione elettromagnetica:

Legge di Faraday-Neumann-Lenz, Auto- e mutua-induzione, Energia del campo elettromagnetico. Corrente elettrica alternata, Circuiti elettrici in CC e CA.

Elettrostatica nei mezzi materiali:

Sviluppo in multipoli, Forza ed energia potenziale di un dipolo, Polarizzazione elettrica, Teorema di Gauss nei dielettrici, Suscettività e permittività dielettrica.

Magnetostatica nei mezzi materiali:

Magnetizzazione, Legge di Ampère nei materiali magnetizzati, Suscettività e permittività magnetica, Materiali dia-, para- e ferromagnetici.

Onde elettromagnetiche:

Equazioni di Maxwell, Equazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto e in un mezzo debolmente conduttore, Teorema di Poynting, Quantità di moto, energia e intensità dei campi e delle onde elettromagnetiche, Onde piane e onde sferiche, Potenziale del campo elettromagnetico, Potenziale di Lienard-Wiechert, Radiazione di una carica accelerata e di dipolo, Condizioni al contorno per i campi.

Ottica:

Riflessione e rifrazione, Legge dell'iconale, Principio di Fermat, Polarizzazione, Interferenza, Velocità di fase e di gruppo, Principio di Huygens-Fresnel, Diffrazione, Dispersione, Modello atomico dei mezzi dispersivi, Mezzi anisotropi.

Testo di riferimento del corso:

Caldirola-Fontanesi-Sindoni, "Elettromagnetismo", Masson (fuori commercio)

Mazzoldi-Nigro-Voci, "Fisica Generale (vol.2)", Edises

A. Bettini, "Elettromagnetismo", Zanichelli

A. Bettini, "Le onde e la luce", Zanichelli

PHYSICS II

14 CFU

Lecturer: Prof. Giuseppe Gorini

Teaching procedure: lessons (10 credits), classes (4 credits)

Examination: written and oral

Aims: Teaching of electromagnetism and physical optics: phenomenology, fundamental laws, problem solving.

Prerequisites: First year physics and maths courses.

Program details:

Vector analysis:

field lines, differential and integral operators, divergence and curl theorems.

Electrostatics in vacuum:

Coulomb's law, electric field, electric potential and potential energy, Gauss' theorem, conductors and insulators, electrostatic induction, electrostatic equations, capacitance, capacitor, electrostatic energy.

Stationary electric current:

current intensity and current density, electric conductivity, resistivity and Ohm's law, relaxation time, electromotive force, connections between resistors, Joule's law, electric circuits in CC.

Magnetostatics in vacuum:

magnetic induction, force on a moving charge, force on a current loop, magnetic dipole moment, Laplace's second formula, Biot-Savart's law, Laplace's first formula, force between currents, Ampère's law, magnetic flux.

Electromagnetic induction:

Faraday-Neumann-Lenz's law, Self- and mutual-inductance, energy of the electromagnetic field. Alternate currents, Circuits in CC and CA.

Electrostatics in materials:

multipole expansion, force and potential energy of a dipole, electrical polarization, Gauss' theorem in dielectrics, dielectric susceptibility and permittivity.

Magnetostatics in materials:

magnetization, Ampère's law with magnetized materials, magnetic susceptibility and permittivity, dia-, para- and ferro-magnetic materials.

Electromagnetic waves and fields:

Maxwell's equations, Poynting's theorem, momentum, energy and intensity of electromagnetic waves, radiation from an accelerated charge, dipole radiation, boundary conditions for electromagnetic fields.

Optics:

reflection and refraction, Eiconal law, Fermat's principle, polarization, interference, phase and group velocity, Huygens-Fresnel's principle, diffraction, dispersion, atomic model of dispersion, anisotropic media.

Textbook:

Caldirola-Fontanesi-Sindoni, "Elettromagnetismo", Masson (fuori commercio)

Mazzoldi-Nigro-Voci, "Fisica Generale (vol.2)", Edises

A. Bettini, "Elettromagnetismo", Zanichelli

A. Bettini, "Le onde e la luce", Zanichelli

In English: Hallyday-Resnick-Krane, "Physics (vol.2)", J Wiley & Sons

FISICA III

6 CFU

Docente: Prof. Maddalena Collini

Anno di corso: II°, 2° semestre

Tipologia didattica: lezioni frontali

Tipo esame: orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Presentazione di: fenomenologie che mostrano l'inadeguatezza della fisica classica alla loro descrizione, conseguente formulazione di nuovi modelli che introducono alla fisica quantistica.

Prerequisiti: I contenuti dei corsi di matematica e fisica dei primi tre semestri.

Programma:

Corpuscolarità della materia (distribuzione di Maxwell-Boltzmann) e della carica (e/m secondo Thompson, Zeeman det. di e secondo Millikan).

Comportamento non classico della radiazione e.m. Corpo nero e ipotesi di Planck della quantizzazione dell'oscillatore e.m. Effetto fotoelettrico e l'ipotesi di Einstein sul fotone.

Applicazione dell'oscillatore di Planck al calore specifico dei solidi – modelli di Einstein e Debye.

Modelli atomici: scattering coulombiano di Rutherford, spettri atomici, modello di Bohr, modello di Sommerfeld.

Onde e.m. o fotoni? Raggi X, effetto Compton. Particelle o onde? Relazione di De Broglie, Diffrazione con elettroni.

Testo di riferimento del corso:

Serway-Moses-Moyer, "Modern Physics"

Enge-Wehr-Richards, "Introduction to Atomic Physics"

Richtmyer-Kennard-Cooper, "Modern Physics"

Eisberg-Resnick, "Quantum Physics"

PHYSICS III

6 CFU

Lecturer: Prof. Maddalena Collini

Teaching procedure: lessons (6 credits)

Examination: oral examination

Aims: Illustration of phenomenologies that show the inadequacy of classical physics, and formulation of new models and hypothesis leading to quantum physics.

Prerequisites: The contents of the maths and physics courses of the first three semesters.

Program:

Atomic nature of matter (Maxwell-Boltzmann distribution) and of charge (e/m by Thompson, Zeeman, e determination for Millikan).

Non classical behaviour of e.m. radiation. Black body and Planck hypothesis about e.m. oscillator quantization. Photoelectric effect and Einstein hypothesis about the photon.

Application of Planck oscillator to the specific heat of solids: Einstein and Debye models.

Atomic models: Rutherford coulombian scattering, atomic spectra, Bohr model, Sommerfeld model.

E.M. waves or photons? X rays, Compton effect. Particles or waves? De Broglie relation, electron diffraction by a crystal.

Textbook:

Serway-Moses-Moyer, "Modern Physics"

Enge-Wehr-Richards, "Introduction to Atomic Physics"

Richtmyer-Kennard-Cooper, "Modern Physics"

Eisberg-Resnick, "Quantum Physics"

FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE

8 CFU

Docente: Prof. Luigi Zanotti, Prof. Francesco Terranova

Anno di corso: III °, 2° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (8cfu)

Tipo esame: orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Fornire un'introduzione ai concetti teorici e alle tecniche sperimentali della Fisica Nucleare e Subnucleare

Prerequisiti: Conoscenza della meccanica quantistica non relativistica e della teoria della relatività ristretta.

Programma: Punti materiali e particelle elementari. Cinematica relativistica e formalismo covariante. Unità naturali. Decadimenti e scattering. Sezioni d'urto e ampiezze di decadimento. Interazioni particelle-materia. Rivelatori di particelle. Elettrodinamica classica e quantistica (QED). Simmetria di gauge, simmetrie discrete e continue della QED. Parità e C parità. I diagrammi di Feynman e lo scattering in QED. Interazioni forti. Quark e carica di colore. La simmetria di gauge della QCD. Libertà asintotica e confinamento. La simmetria di flavor e il modello a 3 quark. Mesoni e barioni. Interazioni deboli. Elicità e chiralità. Esperimenti di Wu e Goldhaber. La teoria elettrodebole e la sua simmetria di gauge. La scoperta delle correnti neutre. Bosoni massivi e meccanismo di Higgs. La scoperta della Z⁰ e del bosone di Higgs. Proprietà generali dei nuclei. Le forze nucleari. I modelli nucleari: modello a gas di Fermi, modello a shell, modelli collettivi rotazionali e vibrazionali. Decadimenti radioattivi e loro proprietà generali. Decadimenti in cascata e equilibrio secolare. Radioattività naturale e sue applicazioni. Decadimenti alfa. Decadimenti gamma. Effetto Mossbauer. Decadimenti beta. Interazioni deboli in fisica nucleare. L'esperimento di Cowan-Reines. Doppio decadimento beta. Reazioni nucleari a bassa energia..

Testo di riferimento del corso:

A. Bettini, Introduction to Elementary Particle Physics, Cambridge University Press, 2014 (2nd edition) G. Krane, Introductory Nuclear Physics, Wiley, 1988 (3rd edition)

NUCLEAR AND SUBNUCLEAR PHYSICS

8 CFU

Lecturer: Prof. Luigi Zanotti, Prof. Francesco Terranova

Semester: Second semester.

Teaching procedure: lectures (8cfu)

Examination: oral

Mark range: 18-30/30

Aims: Provide an introduction to basic concepts and experimental techniques of Nuclear and Particle physics

Recommended knowledge: Non relativistic quantum mechanics and special relativity

Program details: Point particles and elementary particles. Relativistic kinematics and covariant formalism. Natural units. Decays and scattering. Cross section and decay amplitudes. Particle interactions with matter. Particle detectors. Classical and quantum electrodynamics (QED). Gauge symmetry, discrete and continuous symmetries in QED. Parity and C-parity. Feynman diagrams and scattering in QED. Strong interactions. Quark and color charge. The gauge symmetry of QCD. Asymptotic freedom and confinement. Flavor symmetry and the 3 quark model. Mesons and baryons. Weak interactions. Elicitation and chirality. The experiments of Wu and Goldhaber. The electroweak theory and its gauge symmetry. The discovery of weak neutral currents. Massive bosons and Higgs mechanism. The discovery of the Z⁰ and of the Higgs boson. General properties of the nuclei. Nuclear forces. Nuclear models: Fermi gas model, shell model, collective models (rotation and vibration). General properties of radioactive decays. Decay chains and secular equilibrium. Natural radioactivity and applications. Alpha decays. Gamma decays. Mossbauer effect. Beta decays. Weak interactions in nuclear physics. The Cowan-Reines experiment. Double beta decay. Nuclear reactions at low energies.

Textbook:

A. Bettini, Introduction to Elementary Particle Physics, Cambridge University Press, 2014 (2nd edition) G. Krane, Introductory Nuclear Physics, Wiley, 1988 (3rd edition)

LABORATORIO I

8 CFU

Docente: Prof. Marta Calvi – Prof. Claudia Riccardi

Anno di corso: I°, 2° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (2cfu), esperimenti in laboratorio (ogni studente deve svolgere una decina di esperimenti: 6cfu)

Tipo esame: scritto e orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Sviluppare una miglior comprensione delle leggi fisiche nell'ambito della meccanica, termodinamica ed ottica geometrica dall'osservazione diretta dei fenomeni. Imparare ad effettuare misure fisiche, elaborare i dati raccolti e valutare criticamente i risultati.

Prerequisiti: Conoscenze di base degli argomenti trattati nel corso di Fisica I.

Programma:

Lezioni di introduzione al laboratorio, elementi di statistica ed elaborazione dati:

elementi di teoria delle probabilità. Analisi statistica degli errori casuali, istogrammi e distribuzione di frequenza. Funzione densità di probabilità. Distribuzione di Gauss, Binomiale e di Poisson, proprietà e applicazioni. Propagazione degli errori. Principio di massima verosimiglianza. Adattamento di funzioni a coppie di dati con il metodo dei minimi quadrati. Test del χ^2 . Media pesata.

Esperimenti: studio di moti, urti centrali elastici e anelatici. Attrito. Elasticità. Torsione. Momenti di inerzia. Onde stazionarie su una corda tesa. Onde acustiche e velocità del suono nei gas. Oscillatore armonico smorzato e forzato, risonanza. Misura della costante di gravitazione universale, Legge di Coulomb. Misure di densità, viscosità, dinamica dei fluidi. Calorimetria. Legge di Joule. Trasformazioni isoterme e adiabatiche di gas. Caratterizzazione di una termocoppia. Ottica geometrica, prismi, lenti sottili.

Testo di riferimento del corso:

testi del corso di Fisica I (es Halliday Resnyek "Fisica I")

John R. Taylor, "Introduzione all'analisi degli errori", ed. Zanichelli

M. Loreti, "Teoria degli errori e Fondamenti statistica", ed. Zanichelli

LABORATORY I

8 CFU

Lecturer: Prof. Marta Calvi, Prof. Claudia Riccardi

Teaching procedure: lessons, laboratory (each student should perform about 10 experiments)

Examination: written and oral examination

Aims: Get a deeper understanding in the laws of mechanics and thermodynamics from the direct observation of phenomena. Learn how to perform physics measurements, elaborate data and critically evaluate the uncertainties on the results.

Prerequisites: Basic knowledge of the contents of the course of Physics (I)

Program details:

Lectures: Introduction on statistical methods in experimental physics: laws of probability, statistical analysis of random errors, frequency distribution, probability density function. Gaussian, Binomial and Poisson distributions, properties and applications. Error propagation for one or more than one variables. Maximum likelihood. Fit to data with different functions. χ^2 test. Weighted mean.

Experiments: study of motion, elastic and inelastic collisions, friction. Pendulum, Springs. Elasticity. Torsion. Moments of inertia. Standing waves on a spring. Acoustic waves and speed of sound. Harmonic oscillator, damped and forced oscillations, resonance. Measurement of the gravitational constant. Coulomb law. Measurements of density, viscosity and dynamics of fluids. Calorimeter. Gas expansions and compressions. Characterization of a thermocouple. Geometric optics.

Textbook:

Halliday Resnyek, "Physics"

John R. Taylor, "Introduction to data analysis", ed. Zanichelli

M. Loreti, "Teoria degli errori e Fondamenti statistica", ed. Zanichelli

LABORATORIO II

12 CFU

Docente: Prof. Maura Pavan

Anno di corso: II°, I modulo nel primo semestre, II modulo nel secondo semestre.

Tipologia didattica: lezione frontale, esercitazione in laboratorio

Tipo esame: esame scritto e orale.

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi:

Introdurre gli studenti ai metodi di indagine sperimentale in fisica, partendo dallo studio di fenomeni fondamentali dell'ottica e dell'elettromagnetismo.

Gli strumenti di calcolo e analisi statistica dei dati sono appresi nella prima parte del corso, mentre la seconda parte ha come obiettivo l'apprendimento del corretto uso della strumentazione di laboratorio e la progettazione e realizzazione di misure nel campo dell'ottica e dell'elettromagnetismo.

Prerequisiti: non specificati

Programma:

I modulo

Lezioni introduttive: Complementi di probabilità e statistica. Tecniche Monte Carlo. Stima di parametri
Sedute di laboratorio, svolte in un'aula attrezzata con postazioni individuali per gli studenti. Ogni seduta si articola in una lezione seguita da esercitazioni svolte individualmente dagli studenti. Gli argomenti trattati sono: - Linguaggio C++ e programmazione ad oggetti. - Costruzione di algoritmi: numeri random, distribuzioni, zeri di funzioni e integrazione numerica. - Il pacchetto ROOT (data analysis framework sviluppato appositamente per la fisica dal CERN). - Esempi di applicazione di ROOT per l'analisi dati: fit ed interpretazione dei dati.

II modulo

Lezioni introduttive: tecniche strumentazione di misura relative a esperienze di ottica ed elettromagnetismo.
Sedute di laboratorio e esercitazioni dedicate al controllo del lavoro svolto e all'apprendimento dello studente. Durante le ore di laboratorio gli studenti, di norma in gruppi di tre, svolgono osservazioni quantitative su: fenomeni di ottica geometrica e ondulatoria (nel visibile e nel dominio delle microonde) e su semplici circuiti elettrici (costituiti da un generatore, in CC e in CA, e da una rete di elementi passivi: R, L, C in diverse configurazioni). I dati raccolti ed elaborati vengono presentati al termine del corso in relazioni scritte.

Testo di riferimento del corso:

W. J. Metzger "Statistical Methods in Data Analysis"

LABORATORY II

12 CFU

Lecturer: Prof. Maura Pavan

Teaching procedure: lessons, laboratory practice

Examination: oral and written examination.

Aims: Introduce students to the experimental-physics investigation techniques, starting from the study of basic phenomena in optics and electromagnetism.

Computing and analysis techniques are taught in the first part of the course, while the second part aims at teaching the correct use of laboratory instruments and the design and realization of measurements.

Prerequisites:

Program details:

I module

Introductory lectures: Complements in Statistics and Probability. Monte Carlo techniques. Parameters evaluation.

Laboratory sessions: done in a computing room with individual workspace for the students. Each session comprises a lesson followed by exercises done individually by the students. Treated topics are: - C++ language and object programming. - Algorithms development: random numbers, distributions, function zeroes and numerical integration. - ROOT package (data analysis framework specially developed for physics at CERN). - Examples of ROOT application for the data-analysis: data fitting and interpolation.

II module

Introductory lectures: measurement techniques and instruments for optics and electromagnetism measurements.

Laboratory sessions and exercises dedicated to a comprehensive check of the work done by the students and their learning degree. During laboratory sessions the students, usually in groups of three each, realize quantitative measurements regarding geometric and wave optics (in visible and microwave domain) and electromagnetism phenomena (on the basis of simple circuits including a generator and a net of passive components such as R, L and C in different configurations). Collected data are analysed and organized in written presentations.

Textbook:

W. J. Metzger "Statistical Methods in Data Analysis"

LABORATORIO DI ELETTRONICA

6 CFU

Docente : Prof. Gianluigi Pessina – Dott. Marcello De Matteis

Contenuti: Nozioni di base della struttura dei microcontrollori più usati a con parallelismo a 8 bit e 32 bit. Introduzione alla programmazione dei microcontrollori con enfasi sui protocolli di comunicazione.

Anno di corso: III°, 1° semestre

Tipologia didattica: Ogni esperienza sarà introdotta da lezioni frontali di durata commisurata.

Tipo esame: discussione della relazione scritta delle esperienze di laboratorio.

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: vengono fornite le nozioni per potere realizzare sistemi hardware a logica programmabile basati sull'uso di Microcontrollori a 8 bit (8051) e 32 bit (ARM, CORTEX).

Prerequisiti: principali nozioni di fisica di base classica: elettricità e magnetismo.

Altre informazioni: Riferimenti web:

<http://fisica.mib.infn.it/pages/it/chi-siamo/persone/who.php?user=pessina>,

<http://fisica.mib.infn.it/pages/it/ricerca/elettronica-e-fisica-applicata.php>,

<http://pessina.mib.infn.it>,

<http://fisica.mib.infn.it/pages/it/didattica/corsi-di-laurea/insegnamenti.php?idg=20944>

Programma:

Programma: Architettura tipica di un microcontrollore. Strutture di microcontrollori. I microcontrollori basati sull'architettura 8051, ARM e CORTEX. I cicli macchina e l'ottimizzazione delle prestazioni: istruzioni a singolo ciclo, la pipeline, etc. I concetti di MAC, barrel shifter, etc. I principali protocolli di comunicazione: UART, SPI, I2C, CAN. Ogni concetto è introduttivo all'esperienza di laboratorio.

Testo di riferimento del corso:

M.Predko, "PROGRAMMING AND CUSTOMIZING THE 8051 MICROCONTROLLER", Mc Graw-Hill, 1999; S.

Furber, ARM, "System-on-chip architecture", second edition, Addison-Wesley, 2000;

J. Yiu, "The definitive guide to the ARM CORTEX-M3", second Edition, Elsevier 2010;

Dispense del corso sulla pagina web (<http://pessina.mib.infn.it>).

LABORATORY OF ELECTRONICS

6 CFU

Lecturer: Prof. Gianluigi Pessina – Dott. Marcello De Matteis

Contents: Introductory concepts of the structures of most diffused 8-bit and 32-bit microcontrollers. Introduction to microcontroller programming with emphasis on communication protocols.

Teaching procedure: every experience is introduced by a lesson

Examination: discussion of the report about the laboratory experiences.

Aims: Knowhow is given to design hardware systems based on programmable logic devices and the ability to program with Microcontrollers and Digital Signal Processors.

Prerequisites: Notions on classical Physics: Electricity and Magnetism.

More information:

On the WEB:

<http://fisica.mib.infn.it/pages/it/chi-siamo/persona/who.php?user=pessina>,

<http://fisica.mib.infn.it/pages/it/ricerca/elettronica-e-fisica-applicata.php>,

<http://pessina.mib.infn.it>,

<http://fisica.mib.infn.it/pages/it/didattica/corsi-di-laurea/insegnamenti.php?idg=20944>

Program details:

The typical functional structure of a Microcontroller. Some microcontroller architectures. The cores of the 8051 series and the ARM and Cortex series. The meaning of the machine cycle and its optimization: single cycle instructions, the pipeline, etc. The meaning of MAC, barrel shifter, etc. The main communication protocols: UART, SPI, I2C, CAN.

Textbook:

M.Predko, PROGRAMMING AND CUSTOMIZING THE 8051 MICROCONTROLLER, Mc Graw-Hill, 1999;

S. Furber, ARM, System-on-chip architecture, second edition, Addison-Wesley, 2000;

J. Yiu, The definitive guide to the ARM CORTEX-M3, second Edition, Elsevier 2010;

Slides available on the web page (<http://pessina.mib.infn.it>).

LABORATORIO DI INFORMATICA

4 CFU

Docente: Prof. Luca Bernardinello

Anno di corso: I°, 2° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale, esercitazione in aula, esercitazione in laboratorio

Tipo esame: scritto e orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: lo studente alla fine del corso sarà in grado di risolvere per via algoritmica problemi semplici ma non banali, e sarà in grado di tradurre gli algoritmi risolutivi in C.

Prerequisiti: nessuno

Programma:

La nozione di algoritmo e di programma.

I linguaggi di programmazione e la compilazione.

La struttura dei calcolatori elettronici

Le funzioni di un sistema operativo.

La programmazione imperativa: assegnamento, strutture di controllo, tipi di dati.

Il linguaggio di programmazione C.

Modelli e strutture di dati; strutture dinamiche (liste concatenate, alberi).

Esempi di algoritmi notevoli: ordinamento, ricerca, ricerca di cammini minimi.

Testo di riferimento del corso:

J.G. Brookshear, "Informatica, una panoramica generale", Pearson.

S.G. Kochan, "Programmare in C", Pearson.

LABORATORY OF COMPUTER SCIENCE

4 CFU

Lecturer: Prof. Luca Bernardinello

Teaching procedure: lessons (2 credits), laboratory activity (2 credits)

Examination: written and oral

Aims: by the end of the course, the student will be able to solve simple, but non trivial problems by designing algorithms, and by translating them in C.

Prerequisites: none

Program details:

What is an algorithm, what is a program.

Programming languages and compilation.

The structure of digital electronic computers.

The functions of an operating system.

Imperative programming: assignment, control structures, data types.

The C programming language.

Data models and data structures; dynamic structures (linked lists, trees).

Examples of algorithms: ordering, search, minimal paths.

Textbook:

J.G. Brookshear, "Informatica, una panoramica generale", Pearson.

S.G. Kochan, "Programmare in C", Pearson

MATEMATICA PER LA FISICA

8 CFU

Docente: Prof. Silvia Penati

Anno di corso: II °, 2° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (5 cfu), esercitazioni (3 cfu)

Tipo esame: scritto e orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Analisi complessa, spazi di Hilbert, operatori lineari, trasformata di Fourier, distribuzioni.

Prerequisiti: I contenuti dei corsi di Analisi I, II e "Algebra e Geometria"

Programma:

1) Analisi complessa. Funzioni olomorfe. Serie di potenze nel campo complesso. Teorema di Cauchy.

Serie di Laurent. Teorema dei residui. Prolungamento analitico..

2) Richiami sugli spazi topologici, spazi metrici, spazi di Banach. Spazi di Hilbert. Sistemi ortonormali completi. Spazi L^p . Serie di Fourier. Operatori lineari negli spazi di Hilbert. Operatori autoaggiunti e unitari. Teorema spettrale. Trasformata di Fourier.

3) Distribuzioni

Testo di riferimento del corso:

L. Debnath and P. Mikusinski, "Hilbert spaces and applications"

J. Bak and D. Newman "Complex analysis"

C. Gasquet, P. Witomski, "Fourier Analysis and Applications"

MATHEMATICS FOR PHYSICS

8 CFU

Lecturer: Prof. Silvia Penati

Semester: II year, II semester.

Teaching procedure: lessons (5 credits), classes (3 credits)

Examination: written and oral.

Mark range: 18-30/30

Aims: Complex analysis, Hilbert spaces, linear operators, Fourier transform, distributions.

Recommended knowledge: Contents of Analisi I, II and Algebra e Geometria

Program details:

1) Complex analysis. Holomorphic functions. Cauchy theorem. Residue theorem. Analytic continuation.

2) Banach and Hilbert spaces. Fourier series and Fourier transform. Linear operators in Hilbert spaces.

Self-adjoint and unitary operators. Spectral Theorem.

3) Distributions.

Textbook:

L. Debnath and P. Mikusinski, "Hilbert spaces and applications" M. Spiegel "Complex variables"

J. Bak and D. Newman "Complex analysis"

C. Gasquet, P. Witomski, "Fourier Analysis and Applications"

MECCANICA CLASSICA 8 CFU

Docente: Prof. Gregorio Falqui

Anno di corso: II°, 1° semestre

Tipologia didattica: Lezioni frontali (6 CFU) Esercitazioni (2 CFU)

Tipo esame: scritto e orale

Tipo di valutazione: voto 18-30/30

Contenuti: Richiami di meccanica newtoniana. Equazioni differenziali del secondo ordine e loro studio qualitativo. Meccanica Lagrange. Meccanica Hamiltoniana. Introduzione alla Relatività Ristretta

Obiettivi: Presentare sia le idee fondamentali della Meccanica Classica, dalla formulazione di Galileo e Newton a quella di Lagrange, Hamilton e Jacobi, che le tecniche matematiche necessarie alla loro comprensione. Discutere infine la struttura geometrica della Relatività ristretta.

Prerequisiti: Analisi I, Algebra Lineare e Geometria, Fisica I.

Altre informazioni: Sul sito web: <http://www.matapp.unimib.it/~falqui> nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail

Programma:

1. Spazio tempo ed eventi. Sistemi di riferimento e relatività galileiana. I principi di Newton e la meccanica dei corpi puntiformi.
2. I sistemi dinamici come modellizzazione dei fenomeni fisici. Introduzione alla teoria qualitativa delle equazioni differenziali ordinarie del secondo ordine.
3. Meccanica di sistemi di corpi puntiformi e sistemi rigidi: equazioni cardinali.
4. I moti centrali ed il problema di Keplero.
5. Vincoli, loro classificazione e coordinate libere. Il principio di D'Alembert e la meccanica di Lagrange.
6. La Lagrangiana e le equazioni di Eulero-Lagrange. Il metodo variazionale. Corpi rigidi. Piccole oscillazioni. Applicazioni.
7. La meccanica Hamiltoniana. Equazioni di Hamilton, Parentesi di Poisson e trasformazioni canoniche. Applicazioni.
8. I principi della relatività ristretta e la loro interpretazione geometrica. Il gruppo di Lorentz: scalari, vettori controvarianti e covarianti; tensori. Cinematica e dinamica relativistiche di particelle cariche.

Testi di riferimento:

L.D. Landau, E. M. Lifshits, Corso di Fisica Teorica, vol. I, "Meccanica".

A.Fasano, S.Marmi, "Meccanica analitica".

H Goldstein, C. Poole, J. Safko, "Meccanica Classica".

CLASSICAL MECHANICS

8 CFU

Lecturer: Prof. Gregorio Falqui

Semester: first semester

Teaching procedure: - Lectures (6 CFU), tutorials (2 CFU)

Examination: written and oral.

Contents: Newtonian Mechanics (a reminder). Second order differential equations. Qualitative analysis. Lagrangian Mechanics. Hamiltonian mechanics. Introduction to Special Relativity.

Aims: The basic ideas of Classical mechanics, from the Galileo-Newton formulation to those of Lagrange, Hamilton (and Jacobi) will be presented. At the same time, the necessary mathematical tools will be introduced and discussed. Finally, the geometrical structure of special relativity will be discussed.

Prerequisites: Calculus I, Linear Algebra and Geometry, Physics I.

More information: Website: <http://www.matapp.unimib.it/~falqui> in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

Program details:

1. Space-time and events. Reference frames and Galilean relativity. Newton's principia and the dynamics of point masses.
2. Dynamical systems as mathematical models for physical phenomena. Basic aspects of qualitative analysis of second order ODEs.
3. Dynamics of systems of point masses.
4. Central motions and the Kepler problem.
5. Constraints, degrees of freedom, and free coordinates. The D'Alembert principle and Lagrangian Mechanics.
6. The Lagrangian and the Euler-Lagrange equations. Variational principles. Rigid bodies. Small oscillations. Further applications.
7. Hamiltonian Mechanics: Hamilton equations, Poisson brackets, and canonical transformations. Applications.
8. The principles and the geometry of special relativity. The Lorentz group: scalars, covariant and contravariant vectors, tensors. Kinematics and Dynamics of relativistic charged point particles.

Textbook:

L.D. Landau, E.M. Lifshits, "Course of Theoretical Physics, Vol. I: Mechanics" (Pergamon)

A.Fasano, S.Marmi, "Analytical Mechanics".

H Goldstein, C. Poole, J. Safko, "Classical Mechanics".

MECCANICA QUANTISTICA

12 CFU

Docente: Prof. Federico Rapuano

Anno di corso: III°, 1° semestre

Tipologia didattica: lezione frontale (12 cfu)

Tipo esame: scritto e orale

Contenuti: I principi della Meccanica Quantistica

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: Introduzione alla Meccanica Quantistica

Prerequisiti: Conoscenza approfondita della Fisica Classica

Altre informazioni: Sito web del docente <http://fisica.mib.infn.it/pages/it/chiamo/persona/who.php?user=rapuano>

Programma:

L'equazione di Schrödinger e la sua interpretazione probabilistica

Il principio di indeterminazione

Proprietà generali dell'equazione di Schrödinger

I principi generali della Meccanica Quantistica

Particelle identiche

Quantizzazione del momento angolare e Spin

L'oscillatore armonico

Moto in un campo centrale; l'atomo di idrogeno

Interazione con un campo elettromagnetico classico

Teoria delle perturbazioni, dipendenti e indipendenti dal tempo

Quantizzazione del campo elettromagnetico.

Testo di riferimento del corso:

Gasiorowicz, Quantum Mechanics

Cohen-Tannoudji, Diu, Laloe, Quantum Mechanics Vol I e II

Sakurai, Modern Quantum Mechanics

Landau-Lifshitz, Quantum Mechanics

Feynman Lectures on Physics, vol III

Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics.

QUANTUM MECHANICS

12 CFU

Lecturer: Prof. Federico Rapuano

Semester: First semester

Teaching procedure: lessons (12 credits)

Examination: written and oral

Contents: The principles of Quantum Mechanics

Aims: Introduction to Quantum Mechanics

Prerequisites: Good knowledge of Classical Physics.

More information: Teacher's website: <http://fisica.mib.infn.it/pages/it/chiamo/persone/who.php?user=rapuano>

Program details: The Schrödinger equation and its probabilistic interpretation
Heisenberg uncertainty relations

General properties of the Schrödinger equation

The general principles of quantum mechanics

Identical particles

Quantization of angular momentum and Spin

Harmonic oscillator

Motion in a central potential; hydrogen atom

Interaction with a classic electromagnetic field

Perturbation theory

Quantization of the Electromagnetic field

Textbook:

Gasiorowicz, Quantum Mechanics

Cohen-Tannoudji, Diu, Laloe, Quantum Mechanics Vol I e II

Sakurai, Modern Quantum Mechanics

Landau-Lifshitz, Quantum Mechanics

Feynman Lectures on Physics, vol III

Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics.

STRUTTURA DELLA MATERIA

8 CFU

Docente: Prof. Marco Bernasconi

Anno di corso: III°, 1° e 2° semestre

Tipologia didattica: lezione frontali (8 cfu),

Tipo esame: scritto e orale

Tipo di valutazione: voto in trentesimi 18-30/30

Obiettivi: la comprensione delle proprietà di atomi, molecole e solidi cristallini mediante gli strumenti della meccanica quantistica e della meccanica statistica.

Prerequisiti: i contenuti dei corsi di matematica e fisica dei primi due anni. La prima parte del corso di Meccanica Quantistica fino ai sistemi di particelle identiche.

Altre informazioni:

Sul sito web: è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.

Programma: struttura fine dell'atomo d'idrogeno. Atomi a molti elettroni e il sistema periodico degli elementi. Metodi di Hartree e Hartree-Fock. Accoppiamenti LS e jj. Interazione di atomi con campi esterni, effetto Zeeman, transizioni ottiche e regole di selezione. Le molecole: stati elettronici e legame chimico, rotazioni e vibrazioni. Spettroscopia molecolare. Elementi di meccanica statistica classica e quantistica. I solidi cristallini: struttura, proprietà elettroniche, vibrazionali e termiche. Elementi di fisica dei semiconduttori, giunzioni, laser a semiconduttore. Fenomeni collettivi: magnetismo e superfluidità.

Testo di riferimento del corso:

B. H. Bransden & C. J. Joachain: "Physics of Atoms and Molecules" – 2nd ed. (Harlow – Prentice Hall, 2003);

C. Kittel e H. Kroemer, "Termodinamica Statistica", Boringhieri (Torino 1985) o l'equivalente edizione Inglese (W. Freeman, 1980);

N. Manini, "Introduction to the Structure of Matter", Springer (Heidelberg 2014), disponibile in formato e-book sul sito della biblioteca.

STRUCTURE OF MATTER

8 CFU

Lecturer: Prof. Marco Bernasconi

Teaching procedure: lessons (8 credits),

Examination: written and oral

Aims: understanding the properties of atoms, molecules and solids by means of quantum mechanics and statistical mechanics.

Prerequisites: Mathematics and Physics of the first two years. The first part of the course of Quantum Mechanism including systems of identical particles.

More information:

Web site and can find the information on the C.V. the teacher , the phone number of the Firm , the university or work , the ' student office hours and the ' E-mail address .

Program details:

Fine structure of the hydrogen atom. Many-electron atoms and the periodic system. Hartree and Hartree-Fock methods. LS and jj couplings. Atoms in external fields, the Zeeman effect, optical spectra and selection rules. Molecules: electronic states and the chemical bonding, rotations and vibrations. Molecular spectroscopy. Elements of classical and quantum statistical mechanics. Crystalline solids: structural, electronic, vibrational and thermal properties. Elements of semiconductor physics, junctions and lasers. Collective phenomena: magnetism and superfluidity.

Textbook:

B. H. Bransden & C. J. Joachain: "Physics of Atoms and Molecules" – 2nd ed. (Harlow – Prentice Hall, 2003);

C. Kittel e H. Kroemer, "Termodinamica Statistica", Boringhieri (Torino 1985) o l'equivalente edizione Inglese (W. Freeman, 1980);

N. Manini, "Introduction to the Structure of Matter", Springer (Heidelberg 2014), available in e-book format on the library website.

***NOTE
PERSONALI***

