UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

Dipartimento di Fisica

GUIDA DELLO STUDENTE

Corsi di Studio
dell'Area Fisica

Anno Accademico 2013-2014
http://fisica.unipv.it/

Indice

Presentazione 3

Laurea in Fisica (triennale) 4
Piano di studio ufficiale 6

Lineamenti dei corsi della Laurea in Fisica (triennale) 8

Laurea magistrale in Scienze Fisiche (biennale) 17
Curriculum di Fisica della Materia 20
Curriculum di Fisica Nucleare e Subnucleare 20
Curriculum di Fisica Teorica 21
Curriculum di Fisica Biosanitaria 23
Curriculum di Didattica e Storia della Fisica 23

Lineamenti dei corsi della Laurea Magistrale in Scienze Fisiche (biennale) 25

Struttura e attività del Dipartimento di Fisica 40
Attività di ricerca scientifica 40
Dottorato di Ricerca in Fisica 42
Biblioteca delle Scienze e Sezione di Fisica 42
Laboratori didattici 43
Istituto Universitario di Studi Superiori di Pavia 43
Laboratorio di Energia Nucleare Applicata (L.E.N.A.) 43
Centro Grandi Strumenti 43
Il Centro Linguistico 43
Programma Erasmus 44
Centro Orientamento Universitario (COR) 44
Il S.A.I.S.D. 45
Rappresentanze studentesche 45
Inchiostro, il giornale degli studenti 45
Indirizzi utili 45

Elenco dei docenti 47

PRESENTAZIONE

L'offerta didattica dell'Università di Pavia per coloro che intendono intraprendere e approfondire lo studio della Fisica si articola su vari livelli:

1) Laurea in FISICA (triennale)
2) Laurea Magistrale in SCIENZE FISICHE (biennale)
3) La Laurea Magistrale consente poi l'accesso:
   alle seguenti ESAS (European School of Advanced Studies):
   - Tecnologie nucleari e delle radiazioni ionizzanti
   - Scienze dei materiali
   - Metodi per la gestione dei sistemi complessi

   oppure al
   - Master di II livello in Scienze e tecnologie dei materiali

   oppure al
   - Dottorato di Ricerca in Fisica

Lo scopo principale di questa Guida è di illustrare i percorsi didattici che portano al conseguimento della laurea in Fisica (laurea di primo livello, triennale) e della laurea magistrale in Scienze fisiche (laurea di secondo livello, biennale).

La laurea triennale fornisce sia una formazione di base che consente il proseguimento degli studi nella laurea magistrale, sia competenze sufficienti per l'inserimento nel mondo del lavoro.

La laurea magistrale si articola in differenti percorsi formativi, sia rivolti alla preparazione di ricercatori e insegnanti che al conseguimento di competenze in specifici settori applicativi.

Una peculiarità dell'organizzazione didattica è il Credito Formativo Universitario (CFU), che rappresenta, sia pure in modo approssimato, una misura dell'impegno richiesto allo studente per conseguire una preparazione adeguata al superamento di ciascun esame. Gli insegnamenti di un anno accademico comportano di norma l'acquisizione di 60 CFU, la laurea triennale viene conseguita con 180 CFU e quella magistrale con altri 120 CFU.

L'organizzazione didattica è predisposta in modo tale che l'impegno temporale per lo studio, il carico didattico delle singole attività formative e le modalità di espletamento delle prove d'esame consentano allo studente medio di conseguire la laurea con una solida preparazione negli anni previsti dai curricula degli studi. Naturalmente, al fine di una buona preparazione nei tempi stabiliti sono essenziali la frequenza assidua alle lezioni e uno studio regolare.

Le informazioni contenute in questa Guida, e altre ancora, sono reperibili nel sito web http://fisica.unipv.it/dida/Corsi.htm dove sono riportati l'orario e le aule delle lezioni e il calendario delle sedute di laurea.

L'attività didattica è regolata dal Consiglio didattico di Scienze e tecnologie fisiche di cui fanno parte i docenti responsabili di insegnamenti, moduli di insegnamenti o di altra attività formativa, i ricercatori, e i rappresentanti eletti dagli studenti. Il Consiglio didattico è presieduto dal Presidente, (prof. Luigi Mihich, tel. 0382987485, luigi.mihich@unipv.it) nominato dal Rettore su designazione del Consiglio, che si avvale della collaborazione di un Presidente Vicario (prof. Pietro Carretta, tel. 0382/987478, pietro.carretta@unipv.it).

Per consigli sui piani di studio gli studenti possono rivolgersi ai responsabili dei corsi di studio: per la laurea triennale il prof. Marco Fraternali (tel. 0382/987433, marco.fraternali@pv.infn.it) e per la laurea magistrale il prof. Pietro Carretta (tel. 0382/987466; pietro.carretta@unipv.it).

Per informazioni su possibilità di soggiorni di studio presso Università straniere gli studenti possono consultare il prof. Franco Marabelli (tel. 0382/987709, franco.marabelli@unipv.it).

Per informazioni di competenza della segreteria studenti rivolgersi alla sig.ra Silvia Moroni, silvia.moroni@unipv.it.

Per contattare la segreteria didattica del Dipartimento di Fisica scrivere a webmaster.fisica@unipv.it.

Un caldo ringraziamento va rivolto alla Sig.ra Anna Rita Mangia della Segreteria del Dipartimento di Fisica per la collaborazione e la stesura dello scritto.

Pavia, Luglio 2013

Luigi Mihich
Presidente del Consiglio didattico
e-mail: luigi.mihich@unipv.it
tel. 0382/987485

LAUREA IN FISICA (triennale)

Obiettivo principale del **Corso di laurea in Fisica** (Classe L-30 - Scienze e tecnologie fisiche) è di fornire una preparazione culturale e metodologica adatta sia al proseguimento degli studi sia all'immediato inserimento nel mondo del lavoro. Naturale continuazione del Corso di Laurea in Fisica è costituita dalla Laurea Magistrale in Scienze Fisiche. Viene di seguito illustrata l'organizzazione degli studi del Corso di laurea triennale, secondo l'ordinamento didattico formato ai sensi del D.M. 270/2004.

Per consigli sui piani di studio gli studenti potranno rivolgersi al prof. Marco Fraternali (tel. 0382/987433; marco.fraternali@pv.infn.it) e al prof. Pietro Carretta (tel. 0382/987466; pietro.carretta@unipv.it).

Per informazioni su possibilità di soggiorno presso Università straniere gli studenti potranno consultare il prof. Franco Marabelli (tel. 0382/987709; franco.marabelli@unipv.it).

Per informazioni di competenza della segreteria studenti rivolgersi alla sig.ra Silvia Moroni, silvia.moroni@unipv.it.

Per contattare la segreteria didattica del Dipartimento di Fisica scrivere a webmaster.fisica@unipv.it.

a) Organizzazione degli studi

L'attività didattica è predisposta in modo tale che l'impegno temporale per lo studio, il carico didattico delle singole attività formative e le modalità di espletamento delle prove d'esame consentano allo studente medio di conseguire la laurea con una solida preparazione nei tre anni previsti dal curriculum degli studi. La frequenza assidua alle lezioni e uno studio regolare sono essenziali al fine di una buona preparazione nei tempi stabiliti.

b) Crediti formativi universitari (CFU) e durata degli studi

Il CFU è l'unità di misura dell'impegno temporale medio richiesto allo studente per l'espletamento degli studi. 1 CFU equivale a 25 ore d'impegno comprendenti le ore di lezione frontale, di esercitazione, di laboratorio, di tirocinio e di studio individuale.

Ogni insegnamento è costituito da uno o più moduli a ognuno dei quali è attribuito un definito numero di CFU, come indicato più avanti. Lo studente acquisisce i crediti relativi a ciascun corso con il superamento della prova d'esame.

Di norma, un curriculum di studi annuale comporta l'acquisizione di 60 CFU, corrispondenti a circa 1500 ore di lavoro, e la laurea è conseguita con l'acquisizione di 180 CFU.

c) Requisiti d'accesso

Per l'iscrizione al Corso di laurea in Fisica è richiesto il possesso di un diploma di scuola secondaria superiore o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto equipollente ai sensi della norme vigenti. L'iscrizione presuppone l'adeguatezza della preparazione personale dello studente quale normalmente si ottiene nei licei classici, scientifici o tecnologici con particolare riguardo alla matematica, alla fisica e alle scienze.

Lo studente intenzionato a iscriversi al corso di laurea in Fisica deve sostenere un **test di accesso**, che si svolgerà on-line nell'ultima settimana di settembre o nella prima di ottobre. Lo studente dovrà registrarsi secondo le regole che gli verranno indicate all'atto dell'iscrizione. Esso sarà costituito da una serie di quesiti a risposta multipla. Il risultato non sarà in alcun modo selettivo, ma servirà ai docenti per individuare le possibili lacune degli iscritti, in modo da poter approntare gli strumenti atti a colmarle. Lo studente iscritto al primo anno di corso che, per il risultato del test di ingresso e/o per valutazione personale, ritenga inadeguata la propria preparazione, potrà avvalersi dell'aiuto di tutori.

Nelle prime settimane di ottobre si svolgerà, parallelamente alle prime lezioni degli insegnamenti del 1° anno, un precorso di matematica a cui saranno tenuti a partecipare coloro che avranno mostrato lacune nelle conoscenze di matematica. L'avvenuto recupero di tali lacune viene verificato attraverso il superamento dell'esame di almeno un insegnamento del primo anno di corso. Qualora ciò non sia avvenuto, lo studente non potrà accedere agli esami del secondo e del terzo anno di corso.

d) Piani di studio

Lo studente segue normalmente un piano di studio conforme al piano di studio ufficiale esposto nel seguito. I piani di studio conformi al piano di studio ufficiale sono approvati senza bisogno di ulteriore esame da parte del Consiglio didattico. Lo studente può tuttavia presentare un piano di **studio individuale motivato** che dovrà essere espressamente approvato da parte del Consiglio didattico. La presentazione dei piani di studio individuali avviene secondo modalità stabilite dalla Segreteria studenti.

Per informazioni sulle modalità di compilazione e presentazione dei piani di studio consultare la pagina web http://www.unipv.eu/site/home/area-stampa/articolo3448.html.

Previa approvazione da parte del Consiglio didattico, gli studenti potranno trascorrere periodi di studio o di apprendistato presso università italiane e straniere, enti pubblici e aziende con attribuzione di un numero di CFU da stabilire caso per caso.

e) Progressione degli studi e propedeuticità degli insegnamenti

Lo studente deve di norma sostenere gli esami degli insegnamenti previsti annualmente dal proprio piano di studio entro la sessione di settembre. Qualora ciò non si verifichi lo studente può ugualmente proseguire gli studi negli anni accademici successivi. Lo studente può sostenere l'esame di un insegnamento solo se il docente ritiene che gli insegnamenti per i quali lo studente è in debito non siano propedeutici all'insegnamento del quale lo studente chiede di sostenere l'esame.

f) Tipologia delle forme didattiche, tutorato e verifica dell'apprendimento

La didattica è organizzata in moduli semestrali con crediti differenti. Gli insegnamenti possono essere costituiti da un solo modulo o da due moduli.

L'attività didattica di un modulo si esplica normalmente mediante lezioni frontali, eventualmente accompagnate da esercitazioni e/o da attività di laboratorio. Tuttavia ogni docente può ricorrere a ogni altra metodologia che ritenga efficace ai fini dell'apprendimento.

La didattica di base è accompagnata, con particolare cura nel primo anno, da un'attività di sostegno da parte di tutori rivolta all'eliminazione di carenze culturali di partenza, alla guida nell'organizzazione dello studio individuale e al recupero di studenti in difficoltà. Tale attività può essere svolta anche da studenti, dottorandi, borsisti e cultori della materia.

A scelta dei singoli docenti, la verifica dell'apprendimento è effettuata mediante una prova orale finale, eventualmente preceduta da una prova scritta, o da una prova di laboratorio, o da più prove distribuite nel corso delle lezioni. Il livello dell'apprendimento è quantificato con un voto in trentesimi, corrispondendo la sufficienza a un voto superiore o uguale a 18/30.

Il voto dell'esame non ha alcuna relazione con il numero di CFU associato all'insegnamento e il numero di CFU dell'insegnamento sarà acquisito se il voto sarà di sufficienza (cioè non inferiore a 18/30).

Per consultare il calendario degli appelli (Selezionare [688916] Dipartimento di Fisica) e le istruzioni relative all'iscrizione agli appelli tramite piattaforma ESSE3 collegarsi al sito internet http://www.unipv.eu/site/home/naviga-per/studenti/appelli-desame.html.

g) Organizzazione temporale degli studi

Le lezioni si svolgono in due periodi di circa 14 settimane ciascuno, convenzionalmente chiamati "semestri", e gli esami in due periodi come indicato nella seguente tabella:

I semestre:	01/10/2013 – 17/01/2014 Lezioni
	20/01/2014 – 28/02/2014 Esami
II semestre:	03/03/2014 – 13/06/2014 Lezioni
	16/06/2014 – 30/09/2014 Esami

h) Prova finale e voto di laurea

La prova finale della laurea (triennale) in fisica consiste nella preparazione di una relazione scritta e nella sua esposizione e discussione di fronte a una commissione di laurea in seduta pubblica.

La commissione è invitata ad attribuire il voto di laurea calcolando in primo luogo la media dei voti conseguiti negli esami, ad esclusione di quelli in sovrannumero, pesata con i relativi CFU, dopo aver sottratto i 12 CFU corrispondenti alle eventuali attività formative senza voto e, in subordine, ai voti più bassi. La media viene approssimata all'intero più vicino.

A questo si aggiungono:

- un punto se lo studente ha conseguito almeno 42 CFU entro il mese di ottobre del primo anno di studi;
- due ulteriori punti se lo studente si laurea nel terzo anno di corso, prima dell'inizio delle lezioni della laurea magistrale oppure un punto se si laurea entro dicembre dello stesso anno;
- un ulteriore punto se lo studente ha ottenuto almeno tre lodi negli esami sostenuti.

La commissione assegna poi un massimo di tre punti tenendo conto della qualità dell'esposizione e della discussione della relazione scritta, nonché del complessivo curriculum e in particolare delle lodi conseguite.

Se il punteggio così ottenuto raggiunge o supera i 110 punti lo studente ottiene il voto di 110/110, se raggiunge o supera i 113 punti, la commissione all'unanimità può attribuire la lode.

i) Norme per il trasferimento degli studenti da altra sede universitaria o da altro corso di laurea

L'iscrizione alla laurea in Fisica presso l'Università di Pavia degli studenti già iscritti alla stessa laurea presso altra sede Universitaria o già iscritti ad altro corso di laurea sarà deliberata caso per caso dal Consiglio didattico sulla base della congruità degli studi effettuati con il curriculum di studi della laurea presso l'Università di Pavia.

PIANO DI STUDIO UFFICIALE
DEL CORSO DI LAUREA IN FISICA

Viene descritto di seguito il piano di studio ufficiale del Corso di Laurea in Fisica con gli insegnamenti o moduli di insegnamento impartiti in ogni anno e semestre e l'indicazione del numero di CFU ad essi assegnato.

Gli insegnamenti sono tutti unimodulari con l'eccezione dei seguenti che sono bimodulari. Per tali insegnamenti i crediti indicati nelle tabelle saranno attribuiti al termine dell'esame relativo all'intero insegnamento.

Insegnamenti bimodulari	I modulo	II modulo	CFU
Esperimentazioni di fisica I	Misure fisiche I	Laboratorio di fisica I	12
Esperimentazioni di fisica II	Misure fisiche II	Laboratorio di fisica II	12
Meccanica e Termodinamica	Meccanica	Termodinamica	12
Meccanica quantistica	Mod. A	Mod. B	12

Piano di studio ufficiale

1° anno — **1° semestre**

	CFU
Analisi matematica 1	9
Algebra lineare	9
Misure fisiche I	6
Chimica	6
totale	30

2° semestre

Complementi di analisi matematica I	6
Metodi informatici della fisica	6
Laboratorio di fisica I	6
Meccanica	6
Termodinamica	6
totale	30

2° anno — **1° semestre**

	CFU
Complementi di analisi matematica II	6
Elettromagnetismo I	6
Misure fisiche II (I parte)	3
Meccanica razionale e analitica	9
totale	24

2° semestre

Elettromagnetismo II	6
Misure fisiche II (II parte)	3
Laboratorio di fisica II	6
Metodi matematici della fisica I	6
Introduzione alla fisica moderna	6
Lingua Inglese	3
totale	30

3° anno — **1° semestre**

	CFU
Meccanica quantistica (Mod. A)	6
Meccanica quantistica (Mod. B)	6
Metodi matematici della fisica II	6
Laboratorio di fisica III	6
Introduzione alla fisica nucleare	6

Insegnamento a scelta *	6
totale	36

2° semestre

Struttura della materia	12
Introduzione alla fisica subnucleare	6
Insegnamento a scelta *	6
Prova finale	6
totale	30

* Gli insegnamenti a scelta potranno essere scelti entro l'elenco che segue, oppure scelti tra gli insegnamenti impartiti dal'Università di Pavia nei corsi di laurea Triennale, purché congrui con il piano di studio presentato. Un insegnamento della laurea Magistrale può essere inserito soltanto come corso in sovrannumero.

Insegnamenti a scelta

Denominazione	*settore s.d.***	*CFU*	*semestre*
Elettrodinamica e relatività	FIS/02	6	I
Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	6	I
Fisica delle radiazioni ionizzanti	FIS/04	6	I
Introduzione all'astronomia	FIS/05	6	I
Preparazione di esperienze didattiche	FIS/08	6	I
Storia della fisica	FIS/08	6	I
Tecniche digitali di acquisizione dei dati	FIS/01	6	I
Complementi di fisica di base	FIS/08	6	II
Introduzione alla fisica dei solidi	FIS/03	6	II
Meccanica statistica	FIS/02	6	II
Tecnologie fisiche e beni culturali	FIS/07	6	II

Agli studenti interessati a proseguire gli studi con la Laurea Magistrale per l'insegnamento di Matematica e Scienze nella scuola secondaria di primo grado (LM 95), ricordiamo che a norma del decreto MIUR del 10 settembre 2010, n. 249, tra i requisiti di accesso a tale Laurea Magistrale ci sono anche almeno 6 CFU nei seguenti Settori Scientifico Disciplinari: INF/01 INFORMATICA, ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI, SECS-S/01 STATISTICA. E' dunque possibile orientare opportunamente le proprie scelte nell'ambito dei corsi relativi ai 12 crediti liberi previsti.

** settore scientifico-disciplinare (vedi pag. 18)

LINEAMENTI DEI CORSI
DELLE LAUREE TRIENNALI

Qui di seguito sono riportati, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti impartiti nei corsi di Laurea in Fisica.

ALGEBRA LINEARE (MAT/03)
M. Cornalba, L. Pernazza
Obiettivi
Si vogliono fornire le nozioni elementari di algebra lineare al fine di introdurre lo studente al linguaggio dei vettori e delle matrici con applicazioni ai sistemi lineari e alla geometria analitica.
Contenuti
Vettori geometrici e riferimenti; spazi vettoriali, generatori, dipendenza lineare, basi; sistemi lineari: metodi di riduzione; matrici; ranghi; determinanti; problemi lineari e applicazioni lineari; coordinate e cambiamento di coordinate; operatori; autovalori e autovettori; diagonalizzazione; rette e piani nello spazio, esempi di curve e superficie (coniche, coni e cilindri); forme bilineari e prodotti scalari.

Riferimenti bibliografici:
E. Sernesi: "Geometria 1", Bollati Boringhieri.
S. Lang: "Algebra Lineare", Bollati Boringhieri.
Dispense fornite dal docente.
http://mate.unipv.it/cornalba/alglin-1314/alglin-1314.html

ANALISI MATEMATICA 1 (MAT/05)
G. Gilardi, S. Lisini
Lo scopo del corso è quello di fornire tutti i concetti basilari dell'analisi matematica per funzioni di una e più variabili e le tecniche di calcolo per funzioni di una variabile. Una certa attenzione viene rivolta alla scelta degli esempi significativi, spesso tratti dalle scienze applicate. Lo sviluppo della teoria è in gran parte lasciato al corso di Complementi di Analisi Matematica I, strettamente collegato con questo.
Argomenti: numeri complessi, successioni numeriche, serie numeriche, limiti e continuità, calcolo differenziale, integrali e misure.

Testo consigliato:
G. Gilardi, Analisi Matematica di Base, McGraw-Hill, 2a edizione, 2011.

CHIMICA (CHIM/03)
M. Licchelli
La struttura dell'atomo. Orbitali atomici nell'atomo di idrogeno e in atomi poli-elettronici. La tavola periodica degli elementi e le proprietà periodiche. La massa degli atomi e la mole. Il legame ionico, reticoli ionici, energia di reticolo. Il legame covalente e la struttura delle molecole. Orbitali molecolari. Elettronegatività e polarità delle molecole. Le interazioni intermolecolari e gli stati di aggregazione. I gas, lo stato solido, le soluzioni. Le reazioni chimiche: velocità di reazione, legge di velocità, energia di attivazione, catalisi. Equilibrio chimico, costanti di equilibrio. Equilibri ionici in soluzione acquosa. Acidi e basi di Brønsted, pH. Acidi e basi di Lewis. Solubilità dei sali e reazioni di precipitazione. Equilibri di ossido-riduzione. Celle voltaiche e potenziali di elettrodo. L'equazione di Nernst. Introduzione alla chimica inorganica: proprietà chimiche dei principali composti del silicio e del carbonio. Cenni di chimica organica: idrocarburi e principali gruppi funzionali; materiali polimerici.

Testi consigliati:
R. Chang, Fondamenti di Chimica Generale, McGraw-Hill;
M. Schiavello, L. Palmisano, Fondamenti di Chimica, Edises.

COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA I (MAT/05)
G. Gilardi, S. Lisini
Scopo del corso è quello di riprendere i contenuti del corso di Analisi Matematica 1 e di sviluppare la teoria, in particolare per quanto riguarda le derivate di ordine superiore e le tecniche di calcolo integrale per funzioni di più variabili. Vengono inoltre svolte le dimostrazioni di quei risultati che nel corso precedente erano stati solo enunciati. In questo corso vengono dati anche gli elementi fondamentali riguardanti le equazioni differenziali ordinarie.
Argomenti: proprietà globali delle funzioni continue, teoremi del valor medio e applicazioni (fra cui, ad esempio, derivate di ordine superiore e formula di Taylor), tecniche di integrazione, equazioni differenziali ordinarie.

Testo consigliato:
G. Gilardi, Analisi Matematica di Base, McGraw-Hill, 2a edizione, 2011.

COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA II (MAT/05)
P. Colli
Scopo del corso è integrare il programma di analisi matematica svolto nel primo anno. A tal fine si presenteranno in particolare i seguenti argomenti: successioni e serie di funzioni, serie di potenze, serie di Fourier; curve, integrali curvilinei, forme differenziali; integrale di Lebesgue, teoremi di passaggio al limite sotto il segno di integrale, funzioni e insiemi misurabili. Se resta tempo, si potranno poi considerare: massimi e minimi vincolati, teoremi della funzione implicita e della funzione inversa, superfici.
Per ogni argomento verrà presentata una trattazione teorica e verranno proposti esempi ed esercizi.

Testi consigliati:
G. Gilardi, Analisi Matematica di Base, McGraw-Hill, 2a edizione, 2011.
N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, Elementi di analisi matematica due, Liguori Editore.

COMPLEMENTI DI FISICA DI BASE (FIS/08)
A. De Ambrosis
Prima parte - Relatività Speciale. Introduzione alla fisica dello spazio-tempo e definizione dell'intervallo invariante; sistema di riferimento in caduta libera come sistema di riferimento inerziale; carattere locale del sistema inerziale; localizzazione degli eventi nello spazio-tempo; principio di relatività; relatività della simultaneità; contrazione di Lorentz e paradosso dei gemelli; dimostrazione dell'invarianza dell'intervallo; trasformazioni di Lorentz; rappresentazione grafica dello spazio-tempo e linee d'universo; regioni dello spaziotempo; momento-energia: conservazione, invarianza e sue conseguenze; massa di un sistema di particelle: creazione di particelle, fissione, fusione annichilazione. Confronto tra l'approccio geometrico di Taylor e Wheeler e l'approccio operazionista di Resnick alla Relatività speciale
Seconda parte - Introduzione alla Fisica Statistica. Descrizione statistica dei sistemi di particelle: numero di stati accessibili a un sistema macroscopico, vincoli, equilibrio e irreversibilità; Interazione termica: distribuzione di energia tra sistemi macroscopici, avvicinamento all'equilibrio termico, definizione di temperatura assoluta e di entropia; Sistemi in contatto con un termostato: la distribuzione canonica e applicazioni; distribuzione canonica nell'approssimazione classica: la distribuzione di Maxwell delle velocità, il teorema di equipartizione e applicazioni, il calore specifico dei solidi. Analisi di libri di testo innovativi della scuola secondaria e di articoli di ricerca.

Testi consigliati:
E. F. Taylor, J. A. Wheeler, Fisica dello Spazio Tempo, Zanichelli;
F. Reif, Fisica Statistica, Zanichelli;
Callen, Calore e Termodinamica, Tamburini.

ELETTRODINAMICA E RELATIVITÀ (FIS/02)
M. Carfora
Trasformazioni di Lorentz e loro proprietà. Geometria dello spazio di Minkowski e causalità. Curve cronologiche e curve causali. Gruppo di Lorentz e gruppo di Poincaré. Legame fra il gruppo di Lorentz e SL(2,C). Topologia del gruppo di Lorentz. Aberrazione e Sky mapping. Spinori. Spinori di Dirac. Algebra tensoriale e forme differenziali. Dinamica e leggi di conservazione. Forze puramente motrici e forze di tipo calore. Conservazione del 4-impulso e suo significato fisico. Applicazioni: Effetto Compton, effetto Compton inverso, calcolo dell'energia di soglia per una reazione subnucleare. Tensore energia-impulso e suo significato. Equazioni di evoluzione di un continuo in relatività speciale. Legame con la teoria dei campi. Formulazione dell'elettromagnetismo nello spazio di Minkowski. Proprietà del tensore di Faraday e trasformazione dei campi. Conservazione della carica e teorema di Stokes nello spazio di Minkowski. 4-Potenziale e invarianza di gauge. Gauge di Lorenz. Funzione di Green ritardata per il 4-potenziale, causalità e teorema dei residui. Potenziali ritardati e loro proprietà. Tensore energia-impulso del campo elettromagnetico. Deduzione variazionale delle equazioni di Maxwell.

Testo consigliato:
Wolfgang Rindler , Relativity. Special, general, and cosmological.

ELETTROMAGNETISMO I (FIS/01)
M. Livan
Elettrostatica nel vuoto e nella materia, correnti continue (con riferimenti ai meccanismi microscopici della conduzione in metalli, semiconduttori, superconduttori e ai dispositivi elettronici), campo magnetico nel vuoto e nella materia, induzione elettromagnetica, equazioni di Maxwell. Irraggiamento delle onde elettromagnetiche e loro interazione con la materia.

Testo consigliato:
Mazzoldi, Nigro, Voci: Fisica, Vol. II.

ELETTROMAGNETISMO II (FIS/02)
G. Guizzetti
Proprietà elettriche e magnetiche della materia. Fenomeni ondulatori. Onde elettromagnetiche nel vuoto e nei mezzi dispersivi e/o assorbenti. Ottica fisica: riflessione e rifrazione; polarizzazione; birifrangenza; attività ottica; interferenza; diffrazione. Ottica geometrica: specchi e lenti; strumenti ottici. Cenni ai principi fisici di dispositivi fotonici: diodi emettitori di luce; fotodiodi e fotoconduttori; laser; fibre ottiche e guide di luce.

Testo consigliato:
Mazzoldi, Nigro, Voci: Fisica, Vol. II.

EQUAZIONI DIFFERENZIALI E SISTEMI DINAMICI (MAT/05)
E. Vitali
Esempi di modellizzazione mediante equazioni differenziali. Risultati generali sui problemi ai valori iniziali (esistenza e unicità, prolungamento delle soluzioni, teoremi di confronto, dipendenza delle soluzioni dai dati). Tecniche elementari di integrazione per alcuni tipi di equazioni. Equazioni e sistemi differenziali lineari (risultati generali e calcolo della matrice esponenziale). Comportamento asintotico e stabilità (caso lineare, metodo di linearizzazione e funzioni di Liapunov). Equazioni lineari a coefficienti variabili: equazione di Hermite ed equazione di Bessel.

Testi consigliati:
S. Salsa, A. Squellati, Esercizi di Analisi Matematica 2, Parte terza, Equazioni differenziali ordinarie, Zanichelli.
E. Vitali, Note introduttive sulle equazioni differenziali ordinarie (dispense) e bibliografia ivi contenuta.

ESPERIMENTAZIONI DI FISICA I (FIS/01)
M. Fraternali
I modulo: MISURE FISICHE I
Calcoli numerici-notazione scientifica-sistemi di unità di misura-analisi dimensionale. Introduzione alle procedure di misurazione-caratteristiche delle misure e degli strumenti. Introduzione alla trattazione delle incertezze di misura. Tecniche di trattamento dati (distribuzioni di frequenza, istogrammi, analisi grafica dei dati). Elementi di probabilità e di statistica inferenziale. Massima verosimiglianza, intervalli di confidenza, test di ipotesi, retta di regressione, correlazione.

Testo consigliato:
J.Taylor, Introduzione all'analisi degli errori; ed. Zanichelli.

II modulo: LABORATORIO DI FISICA I
Lezioni frontali: Oscillazioni, moto in fluidi viscosi, fenomeni elastici, onde meccaniche, cenni di acustica
Esperienze: Calorimetro, bilancia di Mohr e viscosimetro di Ostwald, sedimentazione in un fluido viscoso, studio della forza di richiamo della molla, studio della forza di richiamo del pendolo, studio del moto armonico e dei battimenti con pendoli, misura dell'accelerazione di gravità con un pendolo e con un piano inclinato, tubo di Quincke, onde stazionarie su una corda.
Esperienze finali (da eseguire in piccoli gruppi): Bilancia di Cavendish, esperimento di Millikan, effetto fotoelettrico e misura del rapporto e/m dell'elettrone, studio di moti rotatori, esperienze di termodinamica (leggi dei gas, dilatazione termica, cicli termodinamici, determinazione dell' equivalente meccanico del calore). Sulle esperienze è richiesta la stesura di una relazione scientifica.

Testo consigliato:
Mazzoldi, Nigro, Voci –Fisica; ed. EdiSE.
Per entrambi i moduli, Dispense integrative distribuite dal docente.

ESPERIMENTAZIONI DI FISICA II (FIS/01)
I modulo: MISURE FISICHE II
A. Rotondi
Calcolo delle probabilità, algebra delle probabilità, distribuzioni di probabilità in una o più dimensioni. Statistica: intervalli di stima frequentisti e verifica delle ipotesi semplici. Analisi dei dati: incertezze di tipo sistematico e statistico, propagazione degli errori, analisi dei dati in esperimenti di fisica.

Testo consigliato:
A. Rotondi. P. Pedroni e A. Pievatolo, Probabilità Statistica e Simulazione, Springer (2005).

II modulo: LABORATORIO DI FISICA II
M. Corti
Studio dei circuiti elettrici fondamentali comprendenti elementi attivi e passivi, lineari e non lineari: dal partitore resistivo ad un radioricevitore AM. Misura della velocità della luce.
Ogni argomento trattato a lezione viene seguito da esercitazioni pratiche eseguite in un laboratorio attrezzato con strumentazione standard.

Testo consigliato:
C.K. Alexander e M.N.O. Sadiku, Circuiti Elettrici, McGraw Hill (2008).

FISICA DELLE RADIAZIONI IONIZZANTI (FIS/04)
S. Altieri
Il corso si propone di fornire allo studente i principi di base dell'interazione delle radiazioni, direttamente e indirettamente ionizzanti, con la materia, applicando queste conoscenze alla rivelazione di particelle cariche e di neutroni, di raggi X e gamma e alla relativa dosimetria; verranno, infine, presentate le tecniche e i principi utilizzati nella progettazione di schermature.

Testi consigliati:
F. H. Attix, Introduction to radiological Physics and Dosimetry.
W. R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiment.
J. R. Lamarsh, Introduction to nuclear reactor theory.

INTRODUZIONE ALL'ASTRONOMIA (FIS/05)
P. Caraveo
Scopo del corso Introduzione all'Astronomia è fornire una panoramica delle conoscenze astronomiche articolate in 4 grandi temi:
· sole e sistema solare
· evoluzione stellare
· struttura galattica e classificazione delle galassie
· cenni di cosmologia
Si inizia dallo studio del Sole e della sua influenza sulla Terra, per continuare con la descrizione del sistema solare, esplorato sia da strumenti sulla Terra sia dalle sonde spaziali. Il concetto di abitabilità di un pianeta viene esaminato in relazione alle recenti scoperte di più di 200 sistemi planetari.
Si passa all'evoluzione stellare, descrivendo il ciclo nascita-evoluzione e morte delle stelle ed i processi di nucleosintesi che avvengono nei diversi stadi della vita delle stelle. La struttura della nostra galassia viene descritta con un approccio multi lunghezza d'onda, sottolineando le potenzialità offerte dalle diverse branche dell'astronomia. Si passa quindi allo studio delle galassie esterne ed alla loro classificazione. La cosmologia viene inquadrata storicamente partendo dai classici risultati di Hubble per arrivare fino ai più recenti risultati delle missioni spaziali.

INTRODUZIONE ALLA FISICA DEI SOLIDI (FIS/03)
M. Galli, S. Sanna
Fenomenologia dei solidi (isolanti, semiconduttori, metalli, materiali magnetici, superconduttori), delle eccitazioni elementari e di fenomeni di grande rilevanza concettuale e applicativa (emissione laser in semiconduttori, effetto Hall quantistico, risonanza magnetica nucleare, superconduttività ad alta temperatura). Sono previste lezioni multimediali con EDUMAT ed esercitazioni di laboratorio durante le quali lo studente sarà guidato alla realizzazione di semplici ma significativi esperimenti di fisica dei solidi (misura della resistività in funzione della temperatura in metalli, semiconduttori e superconduttori, misura del calore specifico, dispositivo superconduttore ad interferenza quantistica - SQUID).

Testo consigliato:
C. Kittel, Introduzione alla Fisica dello Stato Solido (Casa Editrice Ambrosiana)
EDUMAT, Corso Multimediale di Scienza dei Materiali dell'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (disponibile su cd-rom presso il docente).

INTRODUZIONE ALLA FISICA MODERNA (FIS/02)
G. Montagna
Inadeguatezza della descrizione dei fenomeni fisici alla luce della fisica classica di Newton e Maxwell. Concetti fondamentali e metodi teorici elementari basati sulla meccanica quantistica di uso corrente in fisica moderna. Analisi degli effetti quantistici in alcuni esempi di fenomeni fisici.
Testi consigliati:

S. Boffi, Da Laplace a Heisenberg - Un'introduzione alla meccanica quantistica e alle sue applicazioni, Pavia University Press.
J.D. Walecka, Introduction to modern physics - Theoretical foundations, World Scientific.

D.J. Griffiths, Introduction to quantum mechanics, Addison Wesley.

INTRODUZIONE ALLA FISICA NUCLEARE (FIS/04)
C. Giusti
Struttura atomica e nucleo. Radioattività e esperienza di Rutherford. Proprietà generali dei nuclei atomici. Modelli nucleari. Interazione nucleare. Reazioni nucleari. reazioni con neutroni, fissioni e fusione. Decadimenti alfa, beta e gamma. Acceleratori, rivelatori, strumenti e metodi nucleari.

Testi consigliati:
R.J. Blin Stoyle Nuclear and particle Physics Chapman & Hall.
E.J. Burge Atomic Nuclei and Their Particles Oxford University Press.
J. Lilley Nuclear Physics, Principles and Applications. Wiley.

INTRODUZIONE ALLA FISICA SUBNUCLEARE (FIS/04)
C. Conta
Il corso intende fornire conoscenze di base della Fisica Subnucleare mediante una descrizione fenomenologica qualitativamente completa delle particelle elementari e delle loro interazioni.
Forniti elementi di base di cinematica relativistica, sono illustrate le leggi di conservazione nelle reazioni nucleari. Viene quindi descritto il modello a quarks degli adroni e la scoperta dei quarks pesanti. La dinamica delle interazioni fondamentali elettromagnetica, debole, forte fra leptoni e quarks è quindi ampiamente illustrata. Infine, cenni alla teoria elettrodebole unificata consentono di completare il quadro del Modello Standard delle particelle elementari.

Testi consigliati
a) C. Conta: Introduction to Modern Particle Physics, Pavia University Press, 2010;
b) D. H. Perkins: Introduction to high energy physics, 2000, Cambridge Univ. Press;
c) D. Griffith: Introduction to Particles Physics, Wiley.

LABORATORIO DI FISICA III (FIS/01)
F. Marabelli
Richiami di teoria delle reti elettriche. Proprietà fisiche fondamentali dei semiconduttori. Aspetti fisici fondamentali dei dispositivi elettronici a semiconduttore e delle loro proprietà circuitali: diodi a giunzione *p-n*; transistore bipolare a giunzione; effetto transistor; transistori a effetto di campo (MOSFET); dispositivi CMOS. Raddrizzatori e circuiti di taglio a diodi. I transistori come interruttori, commutatori e amplificatori. Circuiti e sistemi amplificatori; configurazioni elementari di amplificatori a bassa frequenza; amplificatori differenziali; amplificatori operazionali. Risposta in frequenza degli amplificatori.
Le esercitazioni pratiche prevedono l'analisi e la determinazione dei parametri principali di reti elettriche, diodi, transistori, amplificatori, generatori e oscillatori, anche mediante l'uso del computer e del programma SPIE di simulazione elettronica.

Testo consigliato:
A.S. Sedra, K.C. Smith: Circuiti per la microelettronica, Ed. Ingegneria 2000, Roma 2004.

LINGUA INGLESE (L-LIN/12)
R. Canevari
Obiettivi formativi
Il corso di lingua inglese si propone di sviluppare l'abilità di comprensione di testi scritti di argomento scientifico insieme al conseguimento di una più approfondita competenza comunicativa.

Prerequisiti: Nessuno.

Contenuti
Il programma prevede una selezione di testi scientifici specifici delle discipline principali del corso di studio. I testi sono analizzati sia relativamente al contenuto, sia rispetto al lessico specifico e alle strutture sintattico-grammaticali caratterizzanti la lingua inglese nel suo utilizzo in ambito scientifico.

Metodi didattici
Il corso consiste di un modulo di lezioni frontali tenuti dal docente, di un modulo di lezioni frontali svolte dai CEL (Collaboratori ed Esperti Linguistici di madrelingua) ed eventualmente di seminari didattici condotti da tutors e diretti agli studenti con carenze nella competenza linguistica di base.

Modalità d'esame
L'esame, che sarà orale, consisterà nella lettura, traduzione e commento di un brano scelto tra i testi in programma o testi affini, e in un colloquio incentrato sugli argomenti trattati durante il corso.

Testi di riferimento:
G. Bendelli, English from Science – Mondadori Università.

M. Vince, English Grammar in Context (Intermediate) – Macmillan (soprattutto per gli studenti del corso iniziale).

MECCANICA E TERMODINAMICA (FIS/01)

I modulo: MECCANICA
A. Rotondi
Meccanica classica newtoniana: cinematica del punto, dinamica del punto, moti relativi, dinamica dei sistemi di punti materiali, gravitazione, dinamica e statica del corpo rigido. Cenni di meccanica relativistica. Verrà data molta enfasi agli esempi numerici e risoluzione di problemi.

Testo consigliato:

P. Mazzoldi, M. Nigro e C. Voci, Fisica, Vol I, ed EdiSES, Napoli.

II modulo: TERMODINAMICA
L. Mihich
Proprietà meccaniche dei fluidi e fondamenti di termodinamica. Il principio zero, termometria e calorimetria. Il problema fondamentale della termodinamica, stati d'equilibrio, variabili estensive ed intensive. Equazioni di stato e trasformazioni di un sistema termodinamico. Gas ideali e gas reali. Primo e secondo principio, proprietà di energia ed entropia, terzo principio. Potenziali termodinamici, relazioni di Maxwell e transizioni di fase. Teoria cinetica dei gas e cenni di Termodinamica statistica.

Testo consigliato:
P. Mazzoldi, M. Nigro e C. Voci, Fisica, Vol I, ed EdiSES, Napoli.

MECCANICA QUANTISTICA (FIS/02)
G. D'Ariano, O. Nicrosini
Modulo A (D'Ariano)
Principi e struttura matematica della meccanica quantistica. Sistemi di una o più particelle.

Modulo B (Nicrosini)
Sviluppi formali. Teoria della perturbazioni. Altri metodi approssimati. Processi di diffusione.

Libro di testo consigliato: David. J. Griffiths, Introduzione alla meccanica quantistica.
Integrazioni: appunti di A. Rimini (http://www.pv.infn.it/~rimini/MeccanicaQuantistica/Home.html)
J.J. Sakurai, Meccanica quantistica moderna

MECCANICA RAZIONALE E ANALITICA (MAT/07)
A. Marzuoli, C. Dappiaggi
Richiami sui principi fondamentali della meccanica newtoniana; introduzione ai principi variazionali e ai concetti di base del formalismo lagrangiano.
IL FORMALISMO LAGRANGIANO
-Principio dei lavori virtuali
-Principio di D'Alembert.
-Dal principio di D'Alembert alle equazioni di Eulero-Lagrange.
-Funzione Lagrangiana e forma standard delle equazioni di Lagrange
LEGGI DI CONSERVAZIONE E PROPRIETÀ DI SIMMETRIA
-Momento coniugato a una coordinata generalizzata; coordinate cicliche e conservazione del momento coniugato; Hamiltoniana e condizioni per la sua conservazione; condizione affinché l'Hamiltoniana coincida con l'energia totale del sistema.
-Costanti del moto e proprietà di simmetria (teorema di Noether)
APPLICAZIONI:
i) Moto in un campo centrale
ii) Il problema dei due corpi e le leggi di Keplero
iii) Cinematica e dinamica dei sistemi rigidi
iv) Sistemi di riferimento non inerziali e dinamica relativa
v) Piccole oscillazioni nell' intorno di una configurazione di equilibrio stabile e modi normali
PRINCIPI VARIAZIONALI E FORMALISMO CANONICO
-Principio di Hamilton e deduzione delle equazioni di Lagrange
-Spazio delle fasi e trasformata di Legendre
-Principio di Hamilton modificato e deduzione delle equazioni di Hamilton
-Leggi di conservazione nella meccanica hamiltoniana
-Trasformazioni canoniche e loro caratterizzazione
-Parentesi di Poisson: definizione e proprietà
-Trasformazioni canoniche infinitesime; variazione di funzioni canoniche e costanti del moto

-Equazioni di Hamilton come flusso nello spazio delle fasi; invarianza del volume nello spazio delle fasi per sistemi conservativi (teorema di Liouville)

Testo di riferimento:
H Goldstein, C Poole, J Safko “Meccanica Classica”, Zanichelli (2005)

MECCANICA STATISTICA (FIS/02)
M. Guagnelli
Il corso si propone di introdurre ai concetti fisici fondamentali e ai metodi matematici di base della meccanica statistica di equilibrio, con applicazioni ai sistemi ideali classici e quantistici, e al modello di Ising.

Dispense disponibili al sito: http://www.pv.infn.it/~zambotti/

METODI INFORMATICI DELLA FISICA (FIS/01)
A. Negri
Il corso fornisce un'introduzione all'informatica di base ed è finalizzato alle applicazioni tipiche della fisica. Le lezioni, più che essere focalizzate su un determinato linguaggio di programmazione e sull'approfondimento delle sue caratteristiche e peculiarità, sono caratterizzate da un approccio pragmatico all'informatica mirato all'insegnamento delle metodologie di apprendimento, alle tecniche di simulazione, alle infrastrutture di acquisizione e analisi di dati e alle procedure di debugging. La prima parte del corso è dedicata all'introduzione ai comandi UNIX e al sistema operativo Linux diffusamente impiegato nei laboratori di fisica. Come esempio di linguaggio di programmazione correntemente usato in ambiente di ricerca fisica, vengono quindi introdotti i concetti basilari del linguaggio C++ (classi, ereditarietà, polimorfismo, standard template library) ed alcuni cenni di Java. Le tecniche di programmazione orientata agli oggetti sono infatti utilizzate sia in ambito di simulazione di eventi fisici che nei framework di analisi dati. Ampia esemplificazione di ciò viene fornita in un ciclo di esercitazioni in aula informatica, dove gli studenti sviluppano in C++ la simulazione di un problema tipico di fisica classica utilizzando in parte un framework OO di analisi dei dati sviluppato al CERN (Root). L' esame, in forma orale, è completato da test applicativi su PC.

Testi consigliati:
Metodi informatici della fisica, Adele Rimoldi, Pavia University Press.

METODI MATEMATICI DELLA FISICA I (FIS/02)
F. Salmistraro
Il corso ha due obiettivi principali:
1) Integrare i programmi dei precedenti corsi di analisi matematica sviluppando la teoria delle funzioni analitiche ed applicandola al calcolo di integrali curvilinei e generalizzati.
2) Fornire i primi elementi della teoria degli spazi di Hilbert di dimensione infinita, necessari allo studio della meccanica quantistica. Sono trattati: modi di convergenza di successioni di vettori, basi hilbertiane, isomorfismi isometrici, proiezione su sottospazi, rappresentazione di funzionali lineari continui, prime proprietà degli operatori lineari.

Testo consigliato:
per la parte 1: V. Smirnov "Cours de mathématiques supérieurs" , Vol III, parte II, Cap. I e III, Mir (1972).
Parte 2: dispense.

METODI MATEMATICI DELLA FISICA II (FIS/02)
F. Salmistraro
Nella prima parte del corso si forniscono elementi di teoria delle distribuzioni di Schwartz e temperate: loro rappresentazione, operazioni su distribuzioni, trasformate di Fourier, carattere distribuzionale delle funzioni d' onda della Meccanica Quantistica. Gli strumenti distribuzionali trovano impiego nella seconda parte del corso che presenta la teoria degli operatori lineari in spazi di Hilbert di dimensione infinita. Sono trattati in particolare i seguenti tipi di operatori: limitati, non limitati, aggiunti, simmetrici, autoaggiunti, unitari, isometrici, di proiezione, chiusi e operatori differenziali ed integrali di interesse fisico.

Materiale didattico: dispense del docente

PREPARAZIONE DI ESPERIENZE DIDATTICHE (FIS/08)
A. De Ambrosis, L. Falomo
Viene proposto l'uso di strumenti didattici innovativi che permettono di coinvolgere gli studenti nell'approfondimento della fisica partendo da attività di tipo sperimentale. Esempi significativi di tali strumenti sono i dispositivi MBL (Microcomputer-Based Laboratory), Interactive Physics e VideoPoint. Vengono analizzate proposte di lavoro elaborate da gruppi di ricerca in didattica e storia della fisica tenendo conto dei risultati di studi sulle rappresentazioni mentali spontanee e sui nodi concettuali documentati in letteratura. Sono considerati, in particolare, interventi didattici per la scuola secondaria superiore e strategie di insegnamento basate sull'uso di strumentazioni didattiche innovative con cui il corso permette di acquisire completa familiarità. Le esperienze proposte riguardano temi di meccanica, termodinamica ed elettromagnetismo e alcune di esse prevedono la ricostruzione di esperienze storiche significative.

Testi consigliati:
Arnold B. Arons, "Guida all'insegnamento della fisica", Zanichelli.
Matilde Vicentini e Michela Mayer, "Didattica della fisica", La Nuova Italia.
Olivier Darrigol, “Electrodynamics from Ampere to Einstein”, Oxford University Press, 2002.

STORIA DELLA FISICA (FIS/08)
L. Fregonese
Il corso illustrerà le grandi linee di sviluppo della fisica tra Galileo e le soglie dei grandi cambiamenti che Einstein introdusse nella disciplina nel 1905. I principali contributi di Galileo, Cartesio e Newton saranno contestualizzati nella “rivoluzione scientifica”, fondamentale tappa della scienza occidentale, caratterizzata da un ruolo crescente della strumentazione scientifica, dalla ripresa di visuali corpuscolari e meccaniciste e da una capacità crescente di definire leggi quantitative astratte in grado di spiegare aree significative del mondo naturale. Il corso procederà illustrando la strutturazione della fisica nel corso del Settecento e Ottocento in tre grandi aree – meccanica, termodinamica, elettromagnetismo – insieme al prevalere di approcci riduzionisti miranti a fondare l’intera disciplina su basi meccaniche. Un’analisi di varie situazioni di crisi determinatesi nelle zone di confine tra le tre grandi aree della fisica chiarirà infine le ragioni del fallimento del riduzionismo meccanicista e del riorientamento della fisica lungo linee di sviluppo non classiche.

Materiali di studio:
-Slides delle lezioni in formato digitale.
-Roberto Maiocchi, Storia della scienza in Occidente, La Nuova Italia, 2000, parti scelte.
-Enrico Bellone, Caos e armonia: storia della fisica, UTET, 2004, parti scelte.
-Storia della scienza, Enciclopedia Treccani, 2001-2003, articoli scelti.

STRUTTURA DELLA MATERIA (FIS/03)
P. Carretta
Vengono presentati gli aspetti principali della struttura microscopica di atomi, molecole e solidi cristallini e discussi gli aspetti fondamentali delle spettroscopie che consentono di evidenziarli. Sono trattati gli atomi a più elettroni e gli effetti di campi elettrici e magnetici esterni sulla struttura elettronica. Vengono illustrati gli stati elettronici nelle molecole, la formazione del legame molecolare e i moti dei nuclei nelle stesse. Sono quindi presentate le proprietà di simmetria dei cristalli e la formazione delle bande di energia nei solidi, le vibrazioni reticolari e più in generale le proprietà termodinamiche, elettriche e magnetiche della materia.

Testo consigliato:
A. Rigamonti, P. Carretta, Structure of Matter: an Introductory Course with Problems and Solutions, Springer.

TECNICHE DIGITALI DI ACQUISIZIONE DEI DATI (FIS/01)
M. Corti
Mediante un sistema di acquisizione dati basato su Personal Computer con scheda interna di acquisizione dati e interfaccia GPIB, idonea al controllo automatico della strumentazione di misura di laboratorio, i.e. generatori di segnali, voltmetri, multimetri, oscilloscopi, etc., saranno illustrati gli aspetti di fondamento e le potenzialità delle tecniche digitali di acquisizione dati. La gestione delle interfacce di comunicazione e di acquisizione dati ed i protocolli di controllo e di trasferimento dati saranno implementati utilizzando i moderni linguaggi di programmazione grafica e/o ad oggetti del tipo LabView (National Instruments) e/o VisualBasic. Saranno inoltre testati alcuni algoritmi per la riduzione del rumore elettrico.

Testi consigliati:
LABVIEW nella gestione dei controlli e dei sistemi. M. Ferrari, G. Filella. DTP-studio-Editore (N0).
Digital Electronics. W. Kleitz. Regents/Prentice Hall.

TECNOLOGIE FISICHE E BENI CULTURALI (FIS/07)
A. De Bari e M.C. Mozzati
Sono illustrati gli aspetti teorici di base, i metodi sperimentali e le problematiche tipiche di alcune tecniche sperimentali diffusamente utilizzate nell'ambito dei beni culturali quali la spettroscopia microRaman, la risonanza paramagnetica elettronica e l'attivazione neutronica. L'utilizzo di tali tecniche nello studio di materiali di interesse storico-artistico (vetri, ceramiche, marmi, carta, dipinti, etc.) è descritto anche in relazione alla possibilità di intervento per il restauro, la conservazione e la verifica di autenticità.
Vengono altresì illustrate le potenzialità nel campo dei beni culturali di altre tecniche: spettroscopia infrarossa, microscopia elettronica a scansione (SEM), datazione al radiocarbonio, analisi elementali tramite spettrometria di massa, datazione archeomagnetica.
Durante il corso sarà possibile sviluppare un'attività di laboratorio lavorando su casi concreti.

LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE FISICHE
CORSO DI STUDI BIENNALE

Viene presentata l'organizzazione degli studi per la Laurea magistrale in Scienze Fisiche (Classe LM-17-Fisica) di durata biennale ai sensi del D.M. 270/2004.

Per consigli sui piani di studio gli studenti potranno rivolgersi al prof. Marco Fraternali (tel. 0382/987433; marco.fraternali@pv.infn.it) e al prof. Pietro Carretta (tel. 0382/987466; pietro.carretta@unipv.it).

Per informazioni su possibilità di soggiorno presso Università straniere gli studenti potranno consultare il prof. Franco Marabelli (tel. 0382/987709; franco.marabelli@unipv.it).

Per informazioni di competenza della segreteria studenti rivolgersi alla sig.ra Silvia Moroni, silvia.moroni@unipv.it.

Per contattare la segreteria didattica del Dipartimento di Fisica scrivere a webmaster.fisica@unipv.it.

a) Obiettivi dell'organizzazione degli studi

Obiettivo principale della laurea magistrale in Scienze Fisiche è fornire una preparazione culturale e metodologica adatta all'attività di ricerca, all'immediato inserimento nel mondo del lavoro nei settori tradizionali dei laureati in fisica e all'insegnamento nelle scuole secondarie.

Essa ha come naturale sbocco il dottorato di ricerca in fisica e scuole di specializzazione postuniversitarie.

L'organizzazione didattica è predisposta in modo tale che l'impegno temporale per lo studio, il carico didattico delle singole attività formative e le modalità di espletamento delle prove d'esame consentano allo studente medio di conseguire la laurea con una solida preparazione nei due anni previsti dal curriculum degli studi.

b) Requisiti d'accesso

Per:

a) i requisiti di accesso alla Laurea magistrale in Scienze fisiche;
b) l'indicazione degli studenti che possono procedere direttamente alla immatricolazione;
c) l'indicazione degli studenti che devono sostenere la prova di ammissione;
d) le modalità della prova di ammissione;
e) le modalità della immatricolazione,

si invita a consultare l'**Avviso per l'ammissione** alla Laurea magistrale in Scienze fisiche, pubblicato sul sito dell'Università.

c) Crediti formativi universitari (CFU) e durata degli studi

Di norma 1 CFU (equivalente a 25 ore complessive di lavoro) è costituito dalle ore accademiche di lezione frontale e da altre ore necessarie per l'acquisizione dei contenuti e dei metodi impartiti nelle lezioni e per lo studio dei testi e dei materiali consigliati dal docente, nonché da altre eventuali ore per l'approfondimento di argomenti specifici. Lo studente acquisisce i crediti relativi con il superamento della prova d'esame.

Di norma, un curriculum di studi comporta l'acquisizione di 60 CFU per ogni anno di corso e la laurea magistrale è conseguita con l'acquisizione di 120 CFU.

d) Piani di studio

Lo studente segue normalmente un piano di studio conforme a uno dei piani di studio ufficiali esposti nel successivo punto **i)**. I piani di studio conformi a un piano di studio ufficiale sono approvati senza bisogno di ulteriore esame da parte del Consiglio didattico. Lo studente può tuttavia presentare un **piano di studio individuale motivato** che dovrà essere espressamente approvato da parte del Consiglio didattico. Un piano di studio individuale può prevedere l'acquisizione di un numero di CFU maggiore di 120. La presentazione dei piani di studio individuali avviene secondo modalità stabilite dalla Segreteria studenti.

Per informazioni sulle modalità di compilazione e presentazione dei piani di studio consultare la pagina web http://www.unipv.eu/site/home/area-stampa/articolo3448.html.

Previa approvazione da parte del Consiglio didattico, gli studenti possono trascorrere periodi di studio o di apprendistato presso università italiane o straniere o presso istituzioni extrauniversitarie, con attribuzione di un numero di CFU da stabilire caso per caso, sulla base di un'adeguata documentazione.

e) Progressione degli studi e propedeuticità degli insegnamenti

Lo studente deve di norma sostenere gli esami degli insegnamenti previsti annualmente dal proprio piano di studio entro la sessione di settembre. Qualora ciò non si verifichi lo studente può ugualmente proseguire gli studi nell'anno accademico successivo. Lo studente può sostenere l'esame di

un insegnamento solo se il docente ritiene che gli insegnamenti per i quali lo studente è in debito non siano propedeutici all'insegnamento del quale lo studente chiede di sostenere l'esame.

f) Tipologia delle forme didattiche e verifica dell'apprendimento

La didattica è organizzata in moduli semestrali di 6 CFU. Le lezioni si svolgono in due periodi di circa 13-14 settimane utili ciascuno, convenzionalmente chiamati "semestri", e gli esami in due periodi, detti "sessioni", come indicato nella seguente tabella:

I semestre:	10/10/2013 – 24/01/2014	Lezioni
	27/01/2014 – 28/02/2014	Esami
II semestre:	03/03/2013 – 13/06/2014	Lezioni
	16/06/2014 – 30/09/2014	Esami

A scelta dei singoli docenti, la verifica dell'apprendimento è effettuata mediante una prova orale finale, eventualmente preceduta da una prova scritta, o da una prova di laboratorio, o da più prove distribuite nel corso delle lezioni. Il livello dell'apprendimento è quantificato con un voto in trentesimi.

Il voto dell'esame non ha alcuna relazione con il numero di CFU associato all'insegnamento e il numero di CFU dell'insegnamento è acquisito se il voto è di sufficienza (cioè non inferiore a 18/30).

Per consultare il calendario degli appelli (Selezionare [688916] Dipartimento di Fisica) e le istruzioni relative all'iscrizione agli appelli tramite piattaforma ESSE3 collegarsi al sito internet http://www.unipv.eu/site/home/naviga-per/studenti/appelli-desame.html.

g) Prova finale e voto di laurea

La prova finale è pubblica e consiste nella discussione davanti ad una commissione ufficiale di una dissertazione scritta, elaborata in modo personale dal laureando sotto la guida di un docente relatore. La dissertazione deve sviluppare tematiche specificamente attinenti agli obiettivi formativi del corso di studio nell'ambito del curriculum scelto dallo studente. Essa può consistere in una ricerca a carattere sperimentale o teorico, in un lavoro di rassegna o essere il risultato di un'attività di tirocinio svolta presso un ente o un'azienda pubblica o privata.

La commissione è invitata ad attribuire il voto di laurea secondo i seguenti criteri.

La media dei voti conseguiti dallo studente negli esami, ad esclusione di quelli in sovrannumero, espressa in centodecimi, moltiplicata per il fattore 100/110 e arrotondata all'intero più vicino, costituisce il punteggio base. Il punteggio base, incrementato di 2 punti se la laurea magistrale è conseguita entro il 31/12 del secondo anno di corso e di 1 punto se essa è conseguita entro il 31/10 del terzo anno di corso e ulteriormente incrementato fino a un massimo di 12 punti secondo il giudizio della commissione, costituisce il punteggio finale. Il voto finale in centodecimi è dato dal punteggio finale con massimo 110. La lode può essere attribuita con voto unanime della commissione se il punteggio base è pari ad almeno 98 e il punteggio finale, ulteriormente incrementato di 1 punto se lo studente ha conseguito negli esami almeno 4 lodi e di 2 punti se ha conseguito almeno 8 lodi, è pari ad almeno 113.

h) Curricula degli studi

I curricula previsti sono i seguenti:

1) **Fisica della materia** (caratterizzato da una formazione prevalente nel settore scientifico-disciplinare FIS/03);

2) **Fisica nucleare e subnucleare** (caratterizzato da una formazione prevalente nel settore scientifico-disciplinare FIS/04);

3) **Fisica teorica** (caratterizzato da una formazione prevalente nel settore scientifico-disciplinare FIS/02);

4) **Fisica Biosanitaria** (caratterizzato da una formazione prevalente nei settori scientifico-disciplinari FIS/04, FIS/01, FIS/07);

5) **Didattica e storia della fisica** (caratterizzato da una formazione prevalente nel settore scientifico-disciplinare FIS/08).

Il significato dei simboli usati per indicare i settori scientifico-disciplinari citati qui sopra e nel seguito è precisato nella tabella seguente:

FIS/01	Fisica sperimentale
FIS/02	Fisica teorica, modelli e metodi matematici
FIS/03	Fisica della materia
FIS/04	Fisica nucleare e subnucleare
FIS/05	Astronomia e Astrofisica
FIS/06	Fisica per il sistema terra e il mezzo circumterrestre
FIS/07	Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina)
FIS/08	Didattica e storia della fisica

i) Piani di studio ufficiali

I piani di studio ufficiali dei diversi curricula descritti nel seguito si intendono riferiti a uno studente che abbia conseguito la laurea in Fisica presso l'Università di Pavia seguendo un piano di studio conforme al piano ufficiale. In tutti gli altri casi il piano di studio dovrà essere espressamente approvato dal Consiglio didattico tenendo conto delle eventuali lacune presenti nella precedente formazione.

La laurea magistrale in Scienze fisiche si ottiene conseguendo 120 CFU così ripartiti:

72 CFU da acquisire nel corso della laurea magistrale con gli insegnamenti specificati nel seguito per i diversi curricula;

48 CFU da acquisire con la prova finale della laurea magistrale.

Le scelte operate dallo studente nell'ambito del corso di laurea in Fisica non possono essere ripetute nell'ambito del corso di laurea magistrale in Scienze fisiche. Tali scelte sono comunque valide per soddisfare alcuni vincoli previsti dai piani di studio dei diversi curricula della laurea magistrale.

La dissertazione scritta (tesi) per la prova finale deve essere di argomento omogeneo al curriculum scelto.

I piani di studio dei diversi curricula esposti nel seguito non sono organizzati per anno di corso. Lo studente può scegliere liberamente in quale anno inserire gli insegnamenti. Il rispetto di eventuali propedeuticità è affidato al discernimento dello studente guidato dai consigli dei docenti. I 48 CFU previsti per la prova finale sono divisi convenzionalmente in 36 CFU attribuiti al lavoro di preparazione della tesi, 6 CFU certificati dal relatore e consistenti nell'acquisizione di competenze informatiche e telematiche e di abilità relazionali, nonché attività volte ad agevolare le scelte professionali, e 6 CFU attribuiti alla prova finale vera e propria. Il lavoro di preparazione della tesi può essere suddiviso tra i due anni di corso a scelta della studente con il solo vincolo che il lavoro da volgere il primo anno non superi quello da svolgere il secondo. In termini di CFU sono possibili per il lavoro di preparazione della tesi le seguenti scelte: 0 (1° anno) - 36 (2° anno), 6 - 30, 12 - 24, 18 - 18. Corrispondentemente i CFU relativi agli insegnamenti da inserire nel piano saranno 60 (1° anno) - 12 (2° anno), 54 - 18, 48 - 24, 42 - 30.

Insegnamenti che caratterizzano il
CURRICULUM DI FISICA DELLA MATERIA (72 CFU)

24 CFU acquisiti o acquisibili con i seguenti insegnamenti obbligatori:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Meccanica statistica	FIS/02	6	II	T
Complementi di struttura della materia	FIS/03	6	I	M
Fisica dello stato solido I	FIS/03	6	I	M
Fisica dello stato solido II	FIS/03	6	II	M

Gli studenti che hanno sostenuto, nella laurea in Fisica, l'esame di Meccanica statistica, devono sostituire l'insegnamento di Meccanica statistica con un insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Complementi di fisica teorica	FIS/02	6	I	M
Complementi di meccanica statistica	FIS/02	6	I	M
Elettrodinamica quantistica	FIS/02	6	I	M
Metodi matematici della fisica teorica	FIS/02	6	I	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Laboratorio di strumentazioni fisiche	FIS/01	6	II	M
Laboratorio di fisica quantistica I	FIS/01	6	I	M
Laboratorio di fisica quantistica II	FIS/01	6	II	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Fisica dei dispositivi elettronici a stato solido	FIS/03	6	I	M
Fisica quantistica della computazione	FIS/03	6	II	M
Fotonica	FIS/03	6	I	M
Nanostrutture di semiconduttori	FIS/03	6	II	M
Ottica quantistica	FIS/03	6	I	M
Spettroscopia dello stato solido	FIS/03	6	I	M
Teoria fisica dell'informazione	FIS/03	6	II	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti nei settori BIO/06, CHIM/02,03,05,06,07,12, FIS/05,06, GEO/06,07,10, INF/01, MAT/02,03,04,05,06,07,08, ING-IND/09,18,22, ING-INF/01,02,03,05,06,07, MED/36, M-STO/05.

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti a scelta libera.

Insegnamenti che caratterizzano il

CURRICULUM DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE (72 CFU)

12 CFU acquisibili con i seguenti insegnamenti obbligatori:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Laboratorio di fisica nucleare e subnucleare I	FIS/04	6	I	M
Rivelatori di particelle	FIS/01	6	II	M

[1] T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; M = Laurea magistrale.

6 CFU acquisibili con 1 insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Elettrodinamica e relatività	FIS/02	6	I	T
Complementi di fisica teorica	FIS/02	6	I	M
Elettrodinamica quantistica	FIS/02	6	I	M
Metodi matematici della fisica teorica	FIS/02	6	I	M
Metodi Computazionali della Fisica	FIS/02	6	II	M
Teoria delle interazioni fondamentali	FIS/02	6	I	M
Teoria quantistica dei campi	FIS/02	6	II	M

24 CFU acquisibili con 4 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Fisica delle particelle elementari I	FIS/04	6	I	M
Fisica nucleare I	FIS/04	6	II	M
Fisica nucleare II	FIS/04	6	I	M
Laboratorio di fisica nucleare subnucleare II	FIS/04	6	II	M
Radioattività I	FIS/04	6	I	M
Acceleratori e reattori nucleari	FIS/04	6	I	M
Radioattività II	FIS/04	6	II	M

6 CFU acquisibili con 1 insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Tecniche digitali di acquisizione dei dati	FIS/01	6	I	T
Tecnologie fisiche e beni culturali	FIS/07	6	II	T
Procedimenti informatici di simulazione	FIS/01	6	II	M
Metodi statistici della fisica	FIS/01	6	I	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	6	I	T
Introduzione all'astronomia	FIS/05	6	I	T
Astrofisica	FIS/05	6	II	M
Astronomia	FIS/05	6	II	M

12 CFU acquisibili mediante insegnamenti a scelta libera.

Insegnamenti che caratterizzano il

CURRICULUM DI FISICA TEORICA (72 CFU)

24 CFU acquisibili con i seguenti insegnamenti obbligatori:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Elettrodinamica e relatività	FIS/02	6	I	T
Meccanica statistica	FIS/02	6	II	T
Complementi di fisica teorica	FIS/02	6	I	M
Elettrodinamica quantistica	FIS/02	6	I	M

[1] T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; M = Laurea magistrale.

Gli studenti che hanno sostenuto, nella laurea in Fisica, gli esami di Elettrodinamica e relatività e/o di Meccanica statistica I, devono sostituirli scegliendo tra gli insegnamenti dell'elenco seguente.

6 CFU acquisibili con 1 insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	**Settore**	**CFU**	**Semestre**	**Laurea** [1]
Complementi di meccanica statistica	FIS/02	6	I	M
Econofisica	FIS/02	6	I	M
Teoria delle interazioni fondamentali	FIS/02	6	I	M
Fondamenti della meccanica quantistica	FIS/02	6	I	M
Gruppi e simmetrie fisiche	FIS/02	6	II	M
Metodi matematici della fisica teorica	FIS/02	6	I	M
Metodi Computazionali della Fisica	FIS/02	6	II	M
Relatività generale	FIS/02	6	II	M
Teoria quantistica dei campi	FIS/02	6	II	M

6 CFU acquisibili con 1 insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	**Settore**	**CFU**	**Semestre**	**Laurea** [1]
Laboratorio di fisica quantistica I	FIS/01	6	I	M
Metodi statistici della fisica	FIS/01	6	I	M
Procedimenti informatici di simulazione	FIS/01	6	II	M
Rivelatori di particelle	FIS/01	6	II	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	**Settore**	**CFU**	**Semestre**	**Laurea** [1]
Complementi di struttura della materia	FIS/03	6	I	M
Fisica delle particelle elementari I	FIS/04	6	I	M
Fisica dello stato solido I	FIS/03	6	I	M
Fisica nucleare I	FIS/04	6	II	M
Fotonica	FIS/03	6	I	M
Ottica quantistica	FIS/03	6	I	M
Fisica dello stato solido II	FIS/03	6	II	M
Fisica nucleare II	FIS/04	6	I	M
Fisica quantistica della computazione	FIS/03	6	II	M
Nanostrutture di semiconduttori	FIS/03	6	II	M
Teoria fisica dell'informazione	FIS/03	6	II	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	**Settore**	**CFU**	**Semestre**	**Laurea** [1]
Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	6	I	T
Introduzione all'astronomia	FIS/05	6	I	T
Analisi funzionale	MAT/05	9	I	M
Equazioni della fisica matematica	MAT/07	6	I	M
Astrofisica	FIS/05	6	II	M
Astronomia	FIS/05	6	II	M
Fenomeni di diffusione e trasporto	MAT/07	9	II	M
Plasmi astrofisici	FIS/05	6	II	M
Teoria dei sistemi dinamici	MAT/07	6	I	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti a scelta libera.

[1] T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; M = Laurea magistrale.

Insegnamenti che caratterizzano il

CURRICULUM DI FISICA BIOSANITARIA (72 CFU)

42 CFU acquisibili con i seguenti insegnamenti obbligatori:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Fisica delle radiazioni ionizzanti	FIS/04	6	I	T
Biologia generale, anatomia e fisiologia umana	BIO/06	6	I	M
Tecniche diagnostiche II	FIS/07	6	I	M
Tecniche diagnostiche I	FIS/07	6	II	M
Elementi di radioprotezione	FIS/07	6	II	M
Radiobiologia	MED/36	6	II	M
Strumentazione fisica biosanitaria	FIS/07	6	I	M

Qualora l'insegnamento di Fisica delle radiazioni ionizzanti sia già stato sostenuto nella laurea in Fisica deve essere sostituito scegliendo tra gli insegnamenti dei SSD FIS/03 o FIS/04.

6 CFU acquisibili con 1 insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Tecniche digitali di acquisizione dei dati	FIS/01	6	I	T
Metodi statistici della fisica	FIS/01	6	I	M
Procedimenti informatici di simulazione	FIS/01	6	II	M
Rivelatori di particelle	FIS/01	6	II	M
Simulazione in campo biosanitario	FIS/07	6	I	M

6 CFU acquisibili con 1 insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Elettrodinamica e relatività	FIS/02	6	I	T
Meccanica statistica	FIS/02	6	II	T
Complementi di Fisica di Base[§]	FIS/08	6	II	T
Complementi di meccanica statistica	FIS/02	6	I	M
Metodi Computazionali della Fisica	FIS/02	6	II	M

6 CFU acquisibili con 1 insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Acceleratori e reattori nucleari	FIS/04	6	I	M
Radioattività I	FIS/04	6	I	M
Radioattività II	FIS/04	6	II	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti a scelta libera.

Insegnamenti che caratterizzano il

CURRICULUM DI DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA (72 CFU)

36 CFU acquisibili con 6 insegnamenti scelti dal seguente elenco, di cui al più uno appartenente al settore FIS/02:

[1] T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; M = Laurea magistrale.

[§] Questo insegnamento può essere scelto solo dagli studenti della coorte 2013/14.

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Elettrodinamica e relatività	FIS/02	6	I	T
Storia della fisica	FIS/08	6	I	T
Preparazione di esperienze didattiche	FIS/08	6	I	T
Complementi di fisica di base	FIS/08	6	II	T
Meccanica statistica	FIS/02	6	II	T
Complementi di fisica teorica	FIS/02	6	I	M
Didattica della fisica	FIS/08	6	II	M
Tecnologie della comunicazione scientifica	FIS/08	6	I	M
Fondamenti della fisica	FIS/08	6	I	M
Relatività generale	FIS/02	6	II	M

6 CFU acquisibili con 1 insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Laboratorio di fisica quantistica I	FIS/01	6	I	M
Laboratorio di strumentazioni fisiche	FIS/01	6	II	M

6 CFU acquisibili con 1 insegnamento scelto dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea [1]
Introduzione alla fisica dei solidi	FIS/03	6	II	T
Complementi di struttura della materia	FIS/03	6	I	M
Fisica dello stato solido I	FIS/03	6	I	M
Fisica nucleare I	FIS/04	6	II	M
Radioattività I	FIS/04	6	I	M
Teoria fisica dell'informazione	FIS/03	6	II	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea[1]
Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	6	I	T
Introduzione all'astronomia	FIS/05	6	I	T
Matematiche complementari	MAT/04	6	I	M
Storia della matematica	MAT/04	6	I	M
Storia delle scienze	M-STO/05	6	I	M
Astrofisica	FIS/05	6	II	M
Astronomia	FIS/05	6	II	M
Comunicazione digitale multimediale	ING-INF/05	6	II	M
Didattica della matematica	MAT/04	9	I	M
Matematiche element. da un punto di vista superiore	MAT/04	6	II	M

12 CFU acquisibili con 2 insegnamenti a scelta libera.

Corsi attivati presso i Collegi

All'attività didattica svolta presso i Dipartimenti di fisica si aggiungono i seguenti corsi tenuti presso i collegi storici pavesi, che possono essere inseriti nel piano di studi come insegnamenti a scelta.
- Dynamic programming, optimal control and applications (MAT/03, 3 CFU, Collegio Borromeo).
- Teoria dei giochi (MAT/05, 3 CFU, Collegio Borromeo).

[1] T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; M = Laurea magistrale.

- Neuroscienze (BIO/09, 3 CFU, Collegio Borromeo).
- Etica applicata (MED/02, 3 CFU, Collegio Borromeo).
- Progresso umano e sviluppo sostenibile (SECS-P/01, 3 CFU, Collegio S. Caterina).
- Introduzione alla Teoria dei Processi Stocastici (MAT/06, 3 CFU, Collegio Ghislieri).
- Istituzioni di logica (M-FIL/02, 3 CFU, Collegio Ghislieri).
- Laboratorio di comunicazione scientifica divulgativa (FIS/08, 3 CFU, Collegio Nuovo).

Per informazioni sui corsi ci si può rivolgere ai rispettivi Collegi.

- Collegio Ghislieri, http://www.ghislieri.it/
- Collegio Borromeo, http://www.collegioborromeo.it/
- Collegio Santa Caterina da Siena, http://santacaterina.unipv.it/
- Collegio Nuovo, http://colnuovo.unipv.it/

LINEAMENTI DEI CORSI
DELLA LAUREA MAGISTRALE

Qui di seguito sono riportati, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti impartiti nel corso di Laurea Magistrale in Scienze Fisiche.

ACCELERATORI E REATTORI NUCLEARI (FIS/04)
A. Braghieri
Parte I
Il corso si propone di analizzare la produzione di fasci di elettroni, gamma, particelle cariche e neutroni, che vengono utilizzati in Fisica sperimentale e in medicina a scopo terapeutico e diagnostico.
Sono presi in esame i principi di funzionamento di diversi tipi di acceleratori di particelle: acceleratori elettrostatici, betatrone, sincrotrone, ciclotrone, sincrociclotrone, acceleratori lineari. Breve presentazione dei principali laboratori nel mondo.

S. Altieri
Parte II
Il corso, di carattere teorico-sperimentale, si propone di fornire un'introduzione alla fisica e alla cinetica dei reattori nucleari. Il corso sarà articolato prevalentemente in lezioni teoriche alle quali seguiranno alcune sperimentazioni realizzate presso l'impianto nucleare di ricerca TRIGA Mark II del Laboratorio Energia Nucleare Applicata (LENA) dell'Università degli Studi di Pavia.
Argomenti base del Corso:
- La reazione di Fissione Nucleare
- Teoria della Diffusione dei neutroni
- Teoria del Rallentamento dei neutroni
- Teoria della Criticità alla Fermi
- Cinetica del reattore nucleare a "potenza zero"
- Effetti di temperatura e di potenza sulla cinetica del reattore
- Studio delle perturbazioni di reattività
- Introduzione agli impianti nucleari di potenza e di ricerca

ANALISI FUNZIONALE (MAT/05)
G. Schimperna
Vedi la Guida dello studente dei Corsi di laurea in Matematica.

ASTROFISICA (FIS/05)
A. Tiengo
Il corso si propone di fornire le basi per la comprensione, sia qualitativa che quantitativa, di alcuni aspetti dell'astrofisica contemporanea, con particolare attenzione per gli ultimi stadi evolutivi delle stelle.
Gli argomenti principali sono i seguenti:
- processi radiativi in astrofisica: radiazione di corpo nero, bremsstrahlung, ciclotrone e sincrotrone, Compton inverso;
- fondamenti di cosmologia e radiazione cosmica di fondo;
- ammassi di galassie ed effetto Sunyaev-Zeldovich;
- formazione ed evoluzione stellare;
- supernovae e Gamma-Ray Bursts;
- oggetti compatti: nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri;
- sistemi binari e accrescimento;
- pianeti extrasolari.

Testo consigliato:
H. Bradt: "Astrophysical Processes: The Physics of Astronomical Phenomena", Cambridge University Press.

ASTRONOMIA (FIS/05)
A. De Luca
Il corso è dedicato all'astrofisica delle alte energie, la scienza che si propone di capire i fenomeni più energetici che hanno luogo nell'universo, tramite lo studio del cielo nelle bande dei raggi X e gamma e lo studio dei raggi cosmici. Dopo una introduzione ai processi di accelerazione di particelle e di produzione di fotoni di alta energia in ambiente astrofisico, particolare enfasi verrà data allo studio di diverse classi di sorgenti astrofisiche di raggi X e gamma, partendo dai più recenti risultati osservativi. Il

programma del corso sarà il seguente. Raggi cosmici: cenni storici; composizione e spettro; meccanismi di accelerazione e origine dei raggi cosmici; modulazione solare; interazione sole-terra e space weather. Astronomia X: rivelatori e ottiche; missioni per astronomia X. Sorgenti astrofisiche di raggi X: stelle; resti di supernova; stelle di neutroni isolate; sistemi binari galattici in accrescimento (con nane bianche, stelle di neutroni, buchi neri); galassie; nuclei galattici attivi; ammassi di galassie; radiazione di fondo isotropa in banda X.
Astronomia gamma: interazione fotoni-materia e meccanismi produzione raggi gamma. Strumenti per astronomia gamma. Le missioni INTEGRAL, AGILE e GLAST. Sorgenti astrofisiche di raggi gamma: pulsars; blazars; radiazione diffusa galattica. I lampi di raggi gamma e la missione Swift. Rivelatori Cerenkov e astronomia gamma delle altissime energie.

BIOLOGIA GENERALE, ANATOMIA E FISIOLOGIA UMANA (BIO/06)
R. Nano
La cellula come unità fondamentale degli organismi: organizzazione e funzione.
Organizzazione delle cellule Procariote ed Eucariote.
La base strutturale dell'informazione cellulare: DNA, cromosomi, mitosi e meiosi, RNA e sintesi proteica.
I ruoli chiave della divisione cellulare; apoptosi (morte cellulare programmata), necrosi.
Tecniche di colorazione morfologica e immunoistochimica.
Tessuto epiteliale, connettivale, muscolare, nervoso.
Midollo osseo, cellule del sangue e del sistema immunitario.
Sistema circolatorio, digestivo, respiratorio.
Definizione di cellula tumorale.
Il corso sarà integrato con esercitazioni al microscopio e seminari in collaborazione con Colleghi di materie affini.

Testo consigliato:
Istologia (Ed Piccin) per i corsi di laurea in professioni Sanitarie
S. Adamo, P. Comoglio, M. Molinaro, G. Siracusa, M. Stefanini, E. Ziparo.

COMPLEMENTI DI FISICA DI BASE (FIS/08)
Vedi: Lauree triennali

COMPLEMENTI DI FISICA TEORICA (FIS/02)
B. Pasquini
Programma: modelli a particelle indipendenti; matrici densità; seconda quantizzazione in ambito non relativistico; la funzione di Green come risolvente di un'equazione della fisica-matematica; funzione di Green di particella singola per un sistema a temperatura zero e a temperatura finita; teoria della risposta lineare; metodi di calcolo, esempi di sistemi di fermioni e di bosoni.

Testo consigliato:
S. Boffi: Da Heisenberg a Landau; un'introduzione alla fisica dei sistemi a molte particelle, Bibliopolis, Napoli, 2004.
Dispense del docente.

COMPLEMENTI DI MECCANICA STATISTICA (FIS/02)
M.F. Sacchi
Elementi della teoria meccanico-statistica di non equilibrio:
sistemi aperti, approssimazione di Born-Markoff, Master Equation; semigruppi dinamici e forma di Lindblad; appresentazione della dinamica a tempi discreti: mappe completamente positive e isomorfismo di Jamiolkowski.
Equazioni di Langevin, equazioni di Fokker-Planck, metodo della funzione di Green. Teorema della regressione quantistica e funzioni di correlazione. Relazioni di Einstein tra diffusione e drift. Funzioni generalizzate di Wigner.
Metodi numerici:
metodo della cumulativa, Monte Carlo e algoritmo di Metropolis; quantum jump.
Applicazioni:
forma di riga Lorenziana dell'emissione spontanea. Equazioni di Bloch completa per sistemi a due livelli, tempi di rilassamento T1 e T2. Radiazione in cavità; Lamb-shift dipendente dalla temperatura (nonrelativistico).
Master equation e Fokker-Planck per perdita e amplificazione delle radiazione.
Operatore statistico canonico generalizzato e teoria della risposta:
Livelli di osservazione ed entropia. I e II legge della termodinamica per processi dinamici. Prodotto scalare di Mori (correlzione canonica) e identità di Kubo. Operatori delle forze generalizzate.
Teoria della risposta lineare per sistemi classici e quantistici: suscettività isoterma e adiabatica;

suscettività dinamica; formula di Kubo. Funzioni di rilassamento. Teorema di Wiener-Khintchine; relazioni di Kramers-Kronig; teorema di Johnson-Nyquist. Equazioni di Langevin-Mori. Matrice di memoria e coefficienti dinamici di Onsager. I e II teorema di fluttuazione-dissipazione. Master equation generalizzate: metodo dei proiettori (equazione di Nakajima-Zwanzig).
Produzione irreversibile di entropia. Lavoro per trasformazioni fuori dall'equilibrio: relazione di Crooks e disuguaglianza di Jarzynski.

Testi consigliati:
The theory of open quantum systems, H.-P. Breuer and Petruccione (Oxford University Press);
Statistical physics II: Nonequilibrium statistical mechanics, R. Kubo, M, Toda, and N. Hashitsume (Spinger);
The quantum statistics of dynamic processes, E. Fick and G. Sauermann (Springer).

COMPLEMENTI DI STRUTTURA DELLA MATERIA (FIS/03)
P. Carretta, S. Sanna
Il corso riguarderà le proprietà microscopiche degli stati della materia e delle transizioni tra stati. Saranno illustrate alcune transizioni di fase tipiche, come quella fra sistemi paramagnetici e antiferromagnetici, fra paraelettrici e ferroelettrici, fra gas e liquidi e fra metalli e superconduttori. Verranno descritti i fenomeni che accompagnano le transizioni di fase e in particolare le fluttuazioni e la dinamica critica. L'inquadramento generale si baserà sulla teoria della risposta lineare e sulle tecniche spettroscopiche impiegate in tali studi. Argomenti monografici potranno riguardare il comportamento delle funzioni di risposta di materiali magnetici al variare della dimensione del reticolo magnetico, sia in metalli che per sistemi di spin localizzati, e il comportamento delle funzioni di risposta e gli aspetti microscopici che caratterizzano i materiali superconduttori.

Testi consigliati:
H. Eugene Stanley, Introduction to Phase Transitions and Critical, Phenomena Oxford University Press;
Grosso and Pastori Parravicini, Solid State Physics, Academic Press;
C. Kittel, Introduzione alla Fisica dello Stato Solido, Boringhieri.

COMUNICAZIONE DIGITALE MULTIMEDIALE (ING-INF/05)
L. Falomo
Vedi sito del Collegio Nuovo all'indirizzo
http://colnuovo.unipv.it/corsi_seminari/1314/Programma_CDM_Falomo_2013-14.pdf

DIDATTICA DELLA FISICA (FIS/08)
P. Mascheretti
Il corso costituisce un'introduzione alla didattica della fisica, sia come contributo alla formazione professionale di futuri insegnanti sia come preparazione alla ricerca nel campo della didattica.
Temi principali: L'evoluzione della didattica della fisica, le idee fondanti e le linee principali di ricerca; le difficoltà degli studenti e le concezioni alternative; spiegazioni scientifiche e conoscenza comune; la ricostruzione didattica dei contenuti; elaborazione di percorsi d'insegnamento e apprendimento; il ruolo nell'apprendimento e nell'insegnamento di alcuni aspetti caratterizzanti la costruzione della conoscenza fisica (i modelli, le analogie, gli esperimenti, i problemi).
Argomenti di fisica di riferimento: Meccanica classica, lavoro ed energia, statica dei fluidi, fenomeni termici, fenomeni ondulatori, ottica, elettrostatica e circuiti elettrici.

Testi:
Besson Ugo (2009), Didattica della fisica, Dispense per il corso. Università di Pavia.
Grimellini Tomasini N., Segré G (a cura di) (1991) Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti, La Nuova Italia, Firenze.
Vicentini M. & Mayer M. (1996) Didattica della fisica, La Nuova Italia, Firenze.
Arons A.B. (1992) Guida all'insegnamento della fisica, Zanichelli, Bologna.
Baracca A., Besson U. (1990) Introduzione storica al concetto di energia, Le Monnier, Firenze.
AA.VV. (1994) Strategie d'insegnamento della fisica: il ruolo del problema e il ruolo del laboratorio, La Fisica nella Scuola, XXVII, 4, supplemento, pp. 6-41, 83-87 e 92-105.

DIDATTICA DELLA MATEMATICA (MAT/04)
A. Pesci
Vedi la Guida dello studente dei Corsi di laurea in Matematica.

ECONOFISICA (FIS/02)
G. Montagna
Si discutono le principali applicazioni dei metodi della fisica teorica allo studio della dinamica dei mercati finanziari.
La prima parte del corso è dedicata alla teoria dei processi stocastici, mentre la seconda parte illustra il ruolo dei processi stocastici in econofisica e finanza quantitativa.
Moto browniano e interpretazioni di Einstein e di Langevin. Random walk, processi di diffusione e legame con il teorema del limite centrale. Processi di Markov, di Wiener e loro proprietà.
Equazione di Fokker-Planck. Equazioni differenziali stocastiche: processi di Ito e di Ornstein-Uhlenbeck. Integrale sui cammini.
Introduzione ai mercati e agli strumenti finanziari. Moto browniano geometrico e distribuzione lognormale dei prezzi. Opzioni e modello di Bklack e Scholes. Limiti del modello di Black e Scholes. Opzioni e metodi numerici. Tassi di interesse, obbligazioni e modello di Vasicek.
Analisi empirica dei dati finanziari ad alta frequenza. Distribuzioni a legge di potenza nella natura e società. Processi di Levy e teorema del limite centrale generalizzato.

Testi consigliati:
W. Paul, J. Baschnagel, Stochastic processes from physics to finance, Springer.
R.N. Mantegna, H.E. Stanley, An introduction to econophysics, Cambridge Univ. Press.

ELEMENTI DI RADIOPROTEZIONE (FIS/07)
E. Giroletti
Oltre agli aspetti propriamente fisici della radioprotezione, verranno trattati: possibili danni delle radiazioni ionizzanti; modalità di esposizione (esterna ed interna); grandezze radiometriche; sistema di protezione radiologica, grandezze radioprotezionistiche e limiti di dose individuale; aspetti pratici della radioprotezione e misure di tutela quali: tempo, distanza, schermi e protezione dalla contaminazione interna; principali tipologie di sorgenti radiogene di origine antropica (industria, sanità e ricerca) e di origine naturale (radon, NORM, TeNORM, cosmici, ecc.); cenni sugli organismi internazionali e nazionali e sulla normativa europea ed italiana. È prevista una visita ad uno o più insediamenti ove si utilizzano sorgenti radiogene.
Si danno per acquisiti concetti quali: campo elettrico e magnetico; spettro elettromagnetico; proprietà delle onde; struttura dell'atomo e particelle nucleari; decadimento radioattivo; interazione della radiazione ionizzante con la materia.

Testi consigliati:
Pelliccioni M, Fondamenti fisici della radioprotezione, ed. Pitagora, Bologna, 1990
Vergine A.L, Giroletti E, Radiazioni ionizzanti: protezione dei lavoratori, della popolazione e dei pazienti, ed. Esse Libri, 2003
LUCIDI DELLE LEZIONI SONO DISPONIBILI SUL SITO www.unipv.it/webgiro ALLA VOCE "Didattica", "Elementi di radioprotezione"

ELETTRODINAMICA E RELATIVITÀ (FIS/02)
Vedi: Lauree triennali

ELETTRODINAMICA QUANTISTICA (FIS/02)
A. Bacchetta
Il corso affronta i seguenti argomenti principali
- Equazioni di Klein-Gordon e Dirac
- Teorie di campo e loro quantizzazione
- Diagrammi di Feynman
- Calcolo di processi di elettrodinamica quantistica a tree-level.

EQUAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA (MAT/07)
G. Toscani
Vedi la Guida dello studente dei Corsi di laurea in Matematica.

EQUAZIONI DIFFERENZIALI E SISTEMI DINAMICI (MAT/06)
Vedi: Lauree triennali

FENOMENI DI DIFFUSIONE E TRASPORTO (MAT/07)
Vedi la Guida dello studente dei Corsi di laurea in Matematica.

FISICA DEI DISPOSITIVI ELETTRONICI A STATO SOLIDO (FIS/03)
V. Bellani
Il corso si occupa della fisica del grafene, delle celle solari e di dispositivi quantistici. I temi trattati sono:
- Il grafene e le sue proprietà. I metodi per la fabbricazione del grafene e dei nano-dispositivi. Le proprietà dei nano-dispositivi di grafene (fotorivelatori, transistor, sensori).
- Le celle solari inorganiche e organiche e i principi fisici di funzionamento. Celle solari in silicio e celle a film sottile per integrazione architettonica (Building-Integrated PhotoVoltaics, BIPV). Celle solari a multi-giunzione. Celle solari al grafene.
- Nano-dispositivi basati su fenomeni quantistici. L'effetto Hall quantistico intero e frazionario nei dispositivi ad alta mobilità elettronica e nel grafene. Dispositivi basati su buche, fili e punti quantici.

FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI I (FIS/04)
C. Conta
La dinamica delle interazioni fondamentali delle particelle elementari è illustrata in modo quantitativo esaminando tematiche di interazioni elettrodeboli e forti nelle reazioni leptone-leptone, leptone-adrone e adrone-adrone nell'ambito del Modello Standard delle Particelle Elementari. In particolare sono approfonditi argomenti riguardanti: produzione e decadimento dei bosoni vettori intermedi W e Z, produzione di jets di particelle, produzione e decadimento dei quarks top e bottom. Sono quindi trattati argomenti attuali di Fisica delle particelle con particolare riferimento alla sperimentazione ai grandi collisionatori di particelle e nei laboratori sotterranei:
a) Fisica al Large Hadron Collider, in particolare la produzione ed il decadimento del bosone di Higgs e delle particelle supersimmetriche
b) Fisica del neutrino, in particolare la fenomenologia delle oscillazioni di neutrini solari ed atmosferici e di neutrini da reattori ed acceleratori

Testi consigliati:
a) C. Conta, Introduction to Modern Particle Physics, Pavia University Press, 2010.
b) D. H. Perkins, Introduction to high energy physics, 1987, Addison-Wesley
c) C. Conta, The Physics at the Large Hadron Collider, FNT/DD 2009
d) C. Conta, Neutrino oscillations, FNT/DD 2009

FISICA DELLE RADIAZIONI IONIZZANTI (FIS/04)
Vedi: Lauree triennali

FISICA DELLO STATO SOLIDO I (FIS/03)
L.C. Andreani
Vengono trattati i concetti fondamentali della fisica dello stato solido, con particolare attenzione ai livelli degli elettroni nei solidi cristallini, alle vibrazioni reticolari, alle proprietà ottiche, alla fisica dei semiconduttori. Gli argomenti comprendono: elettroni liberi nei metalli, teorie di Drude e Sommerfeld; reticoli cristallini e diffrazione, teorema di Bloch, elettroni e lacune; classificazione dei solidi e legame chimico; bande di energia, metodi di calcolo e di misura, superfici di Fermi, elettroni in campo magnetico; vibrazioni reticolari e fononi; proprietà ottiche degli isolanti e dei semiconduttori, funzione dielettrica complessa, transizioni interbanda; semiconduttori omogenei e inomogenei, deriva e diffusione, giunzione p-n, celle solari (argomento monografico). La presentazione dei concetti e metodi teorici sarà completata da esempi fenomenologi, dall'illustrazione delle principali tecniche sperimentali per la misura delle quantità fisiche, e da esercitazioni numeriche e computazionali.

Testi consigliati:
N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt-Rinehart, 1976).
G. Grosso and G. Pastori Parravicini, Solid State Physics (Academic Press, 2000).
P.Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors: Physics and Material Properties, 3rd edition (Springer, 2005).
F. Bassani and U. Grassano, Fisica dello Stato Solido (Bollati Boringhieri, 2000).
J. Nelson, The Physics of Solar Cells (Imperial College Press, London, 2003).

FISICA DELLO STATO SOLIDO II (FIS/03)
L.C. Andreani
Vengono trattati alcuni concetti avanzati di fisica dello stato solido, con particolare attenzione alla agli effetti di correlazione, alle eccitazioni elementari nei solidi, alla teoria del trasporto, alla trattazione quantistica delle correlazioni e della superconduttività. Gli argomenti comprendono: metodo Hartree-Fock, effetti di scambio e correlazione, screening; teoria del funzionale densità e metodi moderni per il calcolo delle bande di energia; elettrodinamica nei metalli, teoria della risposta lineare, funzione dielettrica di Lindhart, plasmoni di bulk e di superficie; eccitoni e polaritoni; localizzazione di Anderson;

equazione di Boltzmann e coefficienti di trasporto; liquidi di Fermi, correlazioni nei solidi, transizione di Mott, modelli di Hubbard e e di Anderson, effetto Kondo; teoria quantistica (BCS) della superconduttività. La presentazione dei concetti e metodi teorici sarà completata da esempi fenomenologi, dall'illustrazione delle principali tecniche sperimentali per la misura delle quantità fisiche, e da esercitazioni numeriche e computazionali.

Testi consigliati:
N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt-Rinehart, 1976).
G. Grosso and G. Pastori Parravicini, Solid State Physics (Academic Press, 2000).
C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8th edition (John Wiley & Sons, 2005).
C. Kittel, Quantum Theory of Solids, 2nd revised printing (John Wiley & Sons, 1987).
R.M. Martin, Electronic Structure – Basic Theory and Practical Methods (Cambridge University Press, 2004).

FISICA NUCLEARE I (FIS/04)
C. Giusti
Viene affrontato il problema dell'interazione nucleare: se ne deducono le caratteristiche essenziali, come la dipendenza dallo spin, la non centralità e l'indipendenza dalla carica elettrica, dalle proprietà del deutone e dello scattering nucleone-nucleone, si costruisce un potenziale realistico e se ne discute il comportamento a piccole, medie e grandi distanze, facendo particolare riferimento al potenziale di scambio di un pione.

Testo consigliato:
M.A.Preston, R.K.Bhaduri: Structure of the Nucleus

FISICA NUCLEARE II (FIS/04)
M. Radici
Introduzione alla fenomenologia dell'interazione forte a basse energie: la Cromodinamica Quantistica (QCD) e il problema del confinamento.
Spettroscopia degli adroni e simmetrie della QCD. La simmetria chirale, la PCAC e il modello sigma-lineare. La lagrangiana di Skyrme. Modelli a bag e modelli a potenziale.
Teoria dello scattering leptone-adrone. Scaling delle funzioni di struttura. Modello a partoni e densità partoniche. Fenomenologia dei processi inelastici. Regole di somma.
Superamento del modello a partoni: violazioni dello scaling ed equazioni di Altarelli-Parisi; la "spin crisis" e il moto orbitale dei partoni dentro gli adroni.
Si consiglia di seguire il corso dopo gli insegnamenti di Elettrodinamica Quantistica e Teoria Quantistica dei Campi.

Testi consigliati:
- F. Close, "An Introduction to Quarks and Partons" (Academic Press, 1979).
- R.K. Bhaduri, "Models of the Nucleon: from Quarks to Soliton" (Addison-Wesley, 1988).
- M.E. Peskin and D.V. Schroeder, "An Introduction to Quantum Field Theory" (Addison-Wesley, 1995).
- M. Guidry, "Gauge Field Theories - An Introduction with Applications" (John Wiley & Sons, 1991).
- R.G. Roberts, "The Structure of the Proton - Deep Inelastic Scattering" (Cambridge Univ. Press, 1990).
- C.T.E.Q. Collaboration, "Handbook of perturbative QCD", http://www.phys.psu.edu/~cteq#Handbook

Materiale didattico a disposizione all'indirizzo:
http://www2.pv.infn.it/~radici/welcome-it.html#Attivita`_didattica.

FISICA QUANTISTICA DELLA COMPUTAZIONE (FIS/03)
C. Macchiavello
Il corso riguarda i recenti sviluppi della teoria quantistica della computazione e della comunicazione. I principali argomenti affrontati sono: Cenni alla teoria della complessita` computazionale. Reti e porte logiche. Computazione quantistica: porte a qubit singolo e a due qubit. Porte quantistiche universali. Algoritmi quantistici: Deutsch, Deutsch-Jozsa, Simon, Grover, Shor. Introduzione alla teoria quantistica della correzione degli errori. Codifica superdensa e teletrasporto quantistico. Cenni di crittografia classica. Introduzione alla crittografia quantistica. Introduzione alla teoria dell'entanglement. Criteri di separabilità quantistica e tecniche di purificazione di entanglement. Entanglement negli algoritmi quantistici.

Testo consigliato:
I. L. Chuang and M. A. Nielsen,Quantum Information and Quantum Computation, Cambridge University Press (Cambridge UK 2000).

FONDAMENTI DELLA FISICA (FIS/08)
G. Introzzi
E' delineata l'evoluzione di alcuni concetti della fisica classica dalla meccanica alla termodinamica, ed evidenziato il progressivo indebolimento, nel corso del XIX secolo, del determinismo laplaciano. Viene mostrata la transizione, nell'elettromagnetismo e in meccanica statistica, da modelli continui a discontinui per le cariche e la materia. L'ipotesi dell'esistenza dell'etere è presentata discutendo anche la non crucialità degli esperimenti di Michelson e Morley, mentre il superamento di tale concetto viene connesso alla relatività ristretta einsteiniana.
La fisica dei quanti introduce, all'inizio del XX secolo, una discretizzazione per gli scambi d'energia, ed obbliga ad accettare il dualismo onda/particella per la descrizione dei fenomeni microscopici.
Alcuni risultati della fisica quantistica (atomo di Bohr, equazione di Schroedinger, relazioni d'indeterminazione di Heisenberg) vengono ricavati a partire da tale dualismo. Segue la presentazione dell'interpretazione probabilistica di Copenhagen, di quella causale di Bohm, di varie relazioni d'indeterminazione (Fourier, Heisenberg, Kennard, Robertson, Bohm, Puri, Ozawa), della complementarità di Bohr, della dualità di Greenberger/Yasin e di Englert. Le possibili interpretazioni del dilemma onda/particella e l'analisi dell'"entanglement", del gatto di Schroedinger, del paradosso di EPR, delle disuguaglianze di Bell e della decoerenza quantistica concludono il corso.

Sono disponibili gli appunti delle lezioni.

FONDAMENTI DELLA MECCANICA QUANTISTICA (FIS/02)
G.M. D'Ariano
Il corso copre alcuni aspetti essenziali sulla struttura assiomatica e matematica della teoria, e relative interpretazioni. PARTE 1: ASSIOMATICA. Teorie probabilistiche: nozioni di test, stato, effetto, cascata di test, trasformazione, evoluzione come condizionamento, sistema bipartito. Struttura convessa e algebrica della generale teoria probabilistica, con richiami di analisi convessa, e teoremi generali su trasformazioni isometriche e contrattive. La meccanica quantistica viene dedotta da un unico postulato (di natura matematica) sugli stati. Equivalenza fra le varie assiomatizzazioni. PARTE 2: SISTEMI APERTI. Richiami di algebra delle matrici: singular value decomposition, estensione unitaria di isometrie, formalismo tensoriale alla Dirac, isomorfismo di Choi-Jamiolkowski, embedding isometrico nello spazio tensore. Nozioni di POVM, mappa completamente positiva, canale e strumento. Teorema di Ozawa di realizzazione dello "strumento" mediante misurazione indiretta alla von Neumann. Corollari: teoremi di Naimark e Stinespring. Forma di Lindblad dell'evoluzione. Teorema del no-cloning e impossibilità di comunicazione istantanea. Applicazioni alla teoria della stima quantistica (misurazione ottima della fase di oscillatore e misurazione congiunta di osservabili non commutanti). PARTE 3: NON LOCALITÀ. Nonlocalità delle correlazioni, disuguaglianza di CHSH e argomento EPR (realismo locale e incompletezza della meccanica quantistica), contestualità e argomento GHZ. Cenni ad applicazioni quali il teletrasporto. PARTE 4: INTERPRETAZIONI. Breve panoramica sul problema della misurazione quantistica, e sulle interpretazioni—Copenaghen, molti-mondi, decoerenza, interpretazione d'ensemble, formulazione delle storie consistenti, teorie Bohmiana, GRW.

FOTONICA (FIS/03)
M. Liscidini
Il corso si propone di illustrare i principi fisici alla base della fotonica, ossia della disciplina che tratta della generazione, propagazione e manipolazione della radiazione elettromagnetica e che presenta numerose applicazioni all'elettronica quantistica e alla comunicazione ottica. Saranno trattati i seguenti argomenti: (1) Il campo elettromagnetico: propagazione nei mezzi materiali, modi normali, seconda quantizzazione. (2) Propagazione guidata: guide d'onda dielettriche, fibre ottiche. (3) Risuonatori e microcavità: risuonatore Fabry-Pérot, microcavità planari, microcavità tridimensionali (micro-pillars e micro-dischi). Emissione spontanea in cavità ed effetto Purcell. (4) Interazione radiazione-materia: suscettibilità atomica, emissione spontanea e stimolata, guadagno e saturazione, oscillazioni laser. (5) Ottica nonlineare: generazione di armoniche, amplificazione parametrica, effetto Raman stimolato, altre nonlinearità del terzo ordine. (6) Strutture periodiche: cristalli fotonici mono, bi- e tridimensionali, rifrazione negativa e meta-materiali.

Testi consigliati:
A. Yariv, Quantum electronics, third edition (Wiley, New York, 1989)
A. Yariv and P. Yeh, Photonics (Oxford University Press, 2007)
B.E.A. Saleh, M.C. Teich, Fundamentals of Photonics, second edition (Wiley, 2007)

GRUPPI E SIMMETRIE FISICHE (FIS/02)
C. Dappiaggi
Obiettivi
Scopo del corso è quello di introdurre i fondamenti matematici della teoria dei gruppi e delle algebre di

Lie. Particolare rilevanza sarà data allo studio della teoria delle rappresentazioni, in particolare su spazi di Hilbert, ed alla loro applicazioni in fisica teorica ed in teoria quantistica dei campi.
Contenuti
Definizione di gruppo di Lie ed analisi dei principali esempi utilizzati in fisica teorica. Introduzione del concetto di algebra di Lie e sua caratterizzazione geometrica come spazio tangente nell' identità di un gruppo di Lie. Mappa esponenziale, formula di Campbell-Baker-Hausdorff e diagrammi di Dynkin. Classificazione delle algebre di Lie semisemplici.
Studio della teoria delle rappresentazioni dei gruppi di Lie su spazi di Hilberti, teoremi generali e nozione di rappresentazione irriducibile (lemmi di Schur). Rappresentazioni dei gruppi abeliani e dei gruppi compatti (teorema di Peter-Weyl). Cenni alla teoria delle rappresentazioni indotte e sua applicazione al gruppo di Poincaré (teoria di Bargmann-Wigner delle equazioni di campo relativistiche).
Prerequisiti
È estremamente raccomandabile la conoscenza delle nozioni di base concernenti gli spazi di Hilbert ed è preferibile ma non necessaria una conoscenza delle proprietà base delle varietà differenziabili.

Testi consigliati:
Brian C. Hall "Lie Groups, Lie Algebras and Representations" (2004) Springer.
Asim O. Barut and Ryszard Raczka "Theory of group representations and applications" (1986) World Scientific.

INTRODUZIONE ALL'ASTRONOMIA (FIS/05)
Vedi: Lauree triennali

LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE I (FIS/04)
P. Vitulo
LHC: aspetti sperimentali del beam dump, formule relativistiche per energia e impulso e limiti classici.
Cinematica non relativistica, definizione operativa di sezione d'urto di un processo, coefficiente di attenuazione lineare, libero cammino medio nei gas, statistica ionizzazione nei gas, densità atomica
Cinematica relativistica, decadimento a due e tre corpi. Q-value di una reazione. Generazione tramite montecarlo. Generazione di variabili aleatorie secondo distribuzioni notevoli Cenni ad aspetti sperimentali di radioprotezione: calcolo della dose assorbita dovuta a radiazione da sorgenti puntiformi.
Aspetti sperimentali nella misura dell'efficienza di un rivelatore. Perchè si usano rivelatori in coincidenza? Giustificazione formula spurie. Generatori di funzione, oscilloscopio, modulistica NIM, standard elettronici, coincidenze e contatori Perdita di energia. Formula di Bethe –Bloch. Simulazione energia persa da una particella carica. Sviluppo della carica in un rivelatore a gas; primo e secondo coeff di Townsend; diffusione (Leggi di Fick); attachment e coefficiente effettivo di Townsend Segnale indotto sugli elettrodi di un rivelatore: casi particolari del teorema di Ramo. Applicazione a rivelatori a gas con geometria cilindrica e con geometria piana. Calcolo fattore di attenuazione del segnale indotto
Rivelatori a Piatti Piani paralleli: sviluppo storico. Definizione risoluzione temporale di un rivelatore; definizione di Jitter e Time Walk temporale di un segnale di un rivelatore. Linee di trasmissione
Laboratorio:
Setup sperimentale per la verifica della formula delle spurie da due contatori: aspetti sperimentali della misura e problematiche. Misura tempo minimo di coincidenza. Misura coincidenze spurie tra due generatori in funzione della finestra di formazione temporale. Moduli di discriminazione, deassemblaggio e assemblaggio di uno scintillatore plastico; prova di luce; misura dell'efficienza di uno scintillatore in funzione della tensione. Curva caratteristica del PM, conteggi in coincidenza. Punto di lavoro di uno scintillatore. Misura dello spettro differenziale di altezza di impulso di uno scintillatore plastico sottoposto a radiazione gamma da 137Cs Scintillatori Inorganici NaI (calibrazione energetica di un multicanale e spettri energetici con sorgenti di 22Na e 137Cs) Misura del Jitter di un segnale, uso del TAC, calibrazione in tempo di un multicanale. Linea di trasmissione e disadattamento di impedenza. Misura impedenza della linea e misura dell'impedenza di uscita di un generatore.

Testi consigliati:
G.F. Knoll, Radiation detection and measurements; Wiley, (New York 2003).
W.R.Leo , Techniques for nuclear and Particle Physics experiments (Springer, 1994).
W.Blum, L.Rolandi, Particle detection with drift chambers (Springer, 1994).

LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE II (FIS/04)
A. Menegolli
Il corso si propone di fornire conoscenze approfondite di alcuni rivelatori sia dal punto di vista teorico che da quello pratico. I rivelatori trattati saranno i fotomoltiplicatori, il rivelatore al germanio ed i rivelatori di ultima generazione utilizzati negli esperimenti di fisica nucleare e subnucleare attualmente in fase di realizzazione.

LABORATORIO DI FISICA QUANTISTICA I (FIS/01)
L. Nosenzo
Realizzazione di alcuni esperimenti classici nel campo della fisica atomica e della Struttura della materia: effetto Franck-Hertz; atomo di idrogeno (studio della serie di Balmer, verifica della validità dell'ipotesi di Bohr e determinazione del valore della costante di Rydberg, studio dello shift isotopico idrogeno-deutero e determinazione del rapporto di massa idrogeno-deuterio);effetto fotoelettrico.
Durante il corso vengono affrontati da un punto di vista sia teorico che pratico aspetti di ottica, elettronica, optoelettronica, tecnologie di fisica sperimentale, analisi e riduzione del rumore, elaborazione dati ed automazione sistemi (questi ultimi attraverso il linguaggio di programmazione grafica LabView).
Al termine del corso è richiesta la stesura di una relazione scientifica su una delle esperienze eseguite.

Testo:
Dispense fornite dal docente.

LABORATORIO DI FISICA QUANTISTICA II (FIS/01)
L. Nosenzo
Spettroscopia atomica: studio dello splitting in campo magnetico (effetto Zeeman) del doppietto del Sodio e della riga rossa del Cadmio e determinazione del valore del magnetone di Bohr. Risonanza magnetica nucleare: principi generali e tecniche sperimentali. Misure in onda continua (CW) e misure impulsate, analizzate nel dominio del tempo e della frequenza. Eco di spin.
Esperimenti. Determinazione della componente in fase e fuori fase della suscettività magnetica (CW) e misura di T1 e T2 del protone in varie soluzioni acquose.

Testo:
Dispense fornite dal docente.

LABORATORIO DI STRUMENTAZIONI FISICHE (FIS/01)
F. Marabelli
Il corso si svolgerà presso il laboratorio dedicato articolandosi in lezioni introduttive ai diversi argomenti, seguite da esercitazioni pratiche sugli strumenti ed esperimenti illustrativi.
Lo scopo del corso è fornire le nozioni di base e i criteri di utilizzo di diverse tecniche e strumentazioni comuni nei laboratori di ricerca, discutendone vantaggi e limiti di utilizzo.
In particolare si considerano: l'acquisizione, il trattamento e la conversione di segnali, le tecniche di abbattimento del rumore e il lock-in, le trasformate di Fourier e loro utilizzo pratico, la misura della temperatura e la criogenia, le tecniche di vuoto, le tecniche base di spettroscopia ottica e la strumentazione relativa, sorgenti e detettori.

Testi di riferimento:
R.A. Dunlap, Experimental Physics, Modern Methods, Orford University Press, 1988
Dispense fornite dal docente

MATEMATICHE COMPLEMENTARI (MAT/04)
M. Reggiani
Vedi la Guida dello studente dei Corsi di laurea in Matematica.

MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE (MAT/04)
A. Pesci
Vedi la Guida dello studente dei Corsi di laurea in Matematica.

MECCANICA STATISTICA (FIS/02)
Vedi: Lauree triennali

METODI COMPUTAZIONALI DELLA FISICA (FIS/02)
F. Piccinini
Il corso si propone di fornire un'introduzione ai principali algoritmi utilizzati nella soluzione numerica di problemi di fisica, sia classica che quantistica. Principali argomenti trattati:
-Metodi numerici di base (interpolazione, approssimazione, differenziazione, integrazione, ricerca di zeri ed estremi, generatori di numeri casuali);
-Equazioni differenziali ordinarie;
-Matrici (operazioni elementari, sistemi lineari, autovalori);
-Metodi spettrali (analisi di Fourier e wavelet);
-Equazioni differenziali alle derivate parziali;

-Il metodo di Monte Carlo;
-Analisi dei dati: tecniche di fit;
-Cenni a tecniche di soft computing (reti neurali, algoritmi genetici);
Illustrazione dei metodi sviluppati attraverso l'analisi di problemi di particolare interesse fisico.
Testi consigliati:
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery: Numerical Recipes, Cambridge University Press.
S.S.M. Wong: Computational Methods in Physics and Engineering, World Scientific.
P.L. DeVries: A First Course in Computational Physics, John Wiley & Sons, Inc.

METODI MATEMATICI DELLA FISICA TEORICA (FIS/02)
M. Carfora
Introduzione ai moderni metodi di analisi geometrica in fisica teorica.
Programma di tentativo:
Geometria Riemanniana e Lorentziana. Operatori differenziali e teoria spettrale. L'operatore di Dirac. Determinanti di operatori differenziali. Superficie di Riemann e spazi di moduli. Fibrati e Connessioni. La geometria dei campi di Yang-Mills. Integrazione Funzionale. Teorie di campo conformi.

Testi consigliati:
J. Jost "Geometry and Physics" Springer 2009.
Capitoli scelti da: P. Deligne et al. "Quantum Fields and Strings: A course for Mathematicians" Vol.I and II, AMS 1999.

METODI STATISTICI DELLA FISICA (FIS/01)
P. Pedroni
Il corso fornisce un'ampia panoramica introduttiva dei principali metodi utilizzati, in tutti i vari settori della fisica, per l'interpretazione, la simulazione e la previsione di dati sperimentali.
Gli argomenti trattati comprendono:
- Calcolo delle probabilità per più variabili e funzioni di variabili casuali;
- Satistica di base: intervalli di confidenza; stima di probabilità, di medie, di varianze e di coefficienti di correlazione.
- Metodo Monte Carlo: principi di base e prime applicazioni significative;
- Principio di massima verosimiglianza: stima di parametri e verifica di ipotesi;
- Metodo dei minimi quadrati e sua applicazione ai casi concreti di "best fit".

Testo Consigliato:
A. Rotondi, P. Pedroni, A. Pievatolo: "Probabilità, statistica e simulazione", 3a ed. Springer, 2011.

NANOSTRUTTURE DI SEMICONDUTTORI (FIS/03)
D. Gerace
Vengono introdotte la fisica ed alcune applicazioni delle nanostrutture di semiconduttori, ovvero dei sistemi a confinamento elettronico e fotonico. Gli argomenti specifici del corso saranno i seguenti. (1) Introduzione alla fisica dei semiconduttori. Discontinuità di banda e potenziali di confinamento. (2) Eterostrutture, metodo della funzione inviluppo. (3) Sistemi bidimensionali: buche quantiche, superreticoli, etero-interfacce (gas bi-dimensionale di portatori). (4) Assorbimento ed emissione, transizioni interbanda e intersottobanda in buche quantiche, eccitoni e polaritoni. (5) Microcavità planari di semiconduttore, polaritoni di microcavità, polaritoni intersottobanda, laser a cascata quantica. (6) Effetti di campi elettrici e magnetici: oscillazioni di Bloch e Shubnikov-de Haas. Effetto Hall quantistico intero e frazionario. (7) Sistemi mono- e zero-dimensionali: quantum wires e quantum dots, livelli elettronici, proprietà di trasporto e proprietà ottiche, effetti di correlazione. Applicazioni recenti. (8) Cenni ai sistemi a confinamento fotonico (microcavità di semiconduttore e cristalli fotonici).

Testi consigliati:
P.Y. Yu, M. Cardona, *Fundamentals of Semiconductors: Physics and Material Properties, 3rd edition* (Springer, 2005).
J.H. Davies, *The Physics of Low-dimensional Semiconductors: An Introduction* (Cambridge University Press, 1997).
P. Harrison, *Quantum Wells, Wires and Dots: Theoretical and Computational Physics of Semiconductor Nanostructures* (J. Wiley & Sons, 2010).

OTTICA QUANTISTICA (FIS/03)
L. Maccone
Argomenti principali:
1. Riassunto/ripasso di Meccanica quantistica mediante la sua struttura assiomatica.

2. Ripasso di elettromagnetismo classico e quantizzazione del campo elettromagnetico.
3. Quantizzazione dell'interazione radiazione-materia mediante la teoria di gauge.
4. Metodi algebrici per la meccanica quantistica (elementi di teoria di gruppo e formule BCH).
5. Stati quantistici della radiazione e loro proprietà. Metodi di spazio delle fasi (funzioni di Wigner e forme differenziali).
6. Interferenza ed esperimenti di ottica quantistica: principali devices. Interferometro di Hong-Ou-Mandel, dualismo onda-corpuscolo, esperimenti di quantum erasure.
7. Sistemi quantistici aperti (Master equation e CP-maps) ed esempi ottici.
8. Rivelazione quantistica ottica (fotomoltiplicatori, fotodiodi, rivelazione omodina ed eterodina). Cenni di tomografia quantistica.
La prima lezione servirà anche da introduzione al corso. Gli studenti interessati sono benvenuti anche solo alla prima lezione.
L'elenco dettagliato degli argomenti svolti durante le lezioni apparirà di volta in volta sul sito web del corso sotto www.otticaquantistica.it/people/maccone/
Testi consigliati (reperibili presso la biblioteca del dipartimento):
Scully e Zubairy, "Quantum Optics", Cambridge Univ. Press.
Gerry e Knight, "Introductory Quantum Optics", Cambridge Univ. Press.

Per approfondimenti:
Mandel e Wolf, "Optical coherence and quantum optics", Cambridge Univ. Press.
C. C. Gerry and P. L. Knight, Introductory Quantum Optics (Cambridge UK 2005).
R. Puri, Mathematical Methods of quantum optics (Springer, Berlin, 2005).

PLASMI ASTROFISICI (FIS/05)
M. Bornatici
-Elementi di fisica dei plasmi rilevanti per la descrizione dei plasmi astrofisici.
-Le equazioni della magnetoidrodinamica (MHD): pressione magnetica e tensione magnetica; congelamento delle linee di forza del campo magnetico; le onde MHD.
-Il vento solare non-magnetizzato (soluzione di Parker) e vento solare magnetizzato (soluzione di Weber et al.): il problema del momento angolare.
-Trasporto della radiazione: l'equazione del trasporto radiativo e soluzione per un sistema otticamente spesso: l'opacità di Rosseland.
-Processi di fusione nucleare di interesse astrofisico: la produzione di energia nel Sole; la catena protone-protone; i neutrini solari.
- Il modello solare standard: le equazioni per la regione centrale del Sole; i risultati per i profili radiali della temperatura, densità, pressione e luminosità.
-Il modello di "Sole incomprimibile": la relazione massa-luminosità.
-L'atmosfera solare: la fotosfera, la cromosfera e la corona; il problema del riscaldamento della corona solare.

Testo consigliato
R.M.Kulsrud, Plasma Physics for Astrophysics, Princeton Univ. Press, Princeton, 2005; D. Melrose, Plasma Astrophysics, Lecture notes, University of Sydney, 2007

PREPARAZIONE DI ESPERIENZE DIDATTICHE (FIS/08)
Vedi: Lauree triennali

PROCEDIMENTI INFORMATICI DI SIMULAZIONE (FIS/01)
A. Rimoldi
Scopo del corso è fornire una solida conoscenza di base per la programmazione simulata di grandi sistemi utilizzando metodologie Object Oriented. Maggiore enfasi è posta all' analisi, al design e all'implementazione del software di simulazione di un esperimento di fisica fondamentale. Il linguaggio di programmazione utilizzato è il C++ e le tecniche di analisi e design si basano sulla metodologia dello Unified Modeling Language. All'inizio del corso vengono rapidamente richiamate le nozioni base dei linguaggi C/C++/HTML/Java. Il corpo centrale del corso consta nell'introduzione, nello studio e nell'applicazione dei concetti fondamentali della simulazione fisica di un esperimento o di un apparato. Il tool utilizzato è GEANT4 e un'ampia trattazione in forma di seminari a soggetto (fisica, geometria, processi fisici visualizzazione) ne fa corpo a se stante. Gli esempi spaziano dalla fisica delle particelle elementari, alla fisica medica, all'astrofisica e sono commentati a lezione. Nuove implementazioni in vari campi vengono suggerite in relazione alle propensioni singole dello studente e ai campi di interesse. Un ciclo di seminari compendia il corso: gli esercizi (scritti in linguaggio C++) sono eseguiti su PC in laboratorio o personale (installazione Linux richiesta) e riguardano argomenti di interesse del singolo studente nel campo di attività che lo vede attivo per la laurea specialistica per la realizzazione di un setup sperimentale simulato.

Testi di riferimento:
Koenig, Moo, Accelerated C++, Addison Wesley
Adele Rimoldi, Metodi informatici della fisica, Pavia University Press
Adele RImoldi, La simulazione dei rivelatori di particelle, Pavia University Press

RADIOATTIVITÀ I (FIS/04)
G. Boca, P. Salvini
Caratteristiche energetiche e statistiche dei fenomeni radioattivi. Panoramica dei nuclei stabili e instabili. Radiazione ambientale naturale: sorgenti, raggi cosmici, radionuclidi naturali primordiali e cosmogenici, effetti biologici delle radiazioni. Radiatazione: criteri, datazioni archeologiche e geologiche.
Fenomenologia dei vari tipi di decadimento radioattivo: decadimento alfa, decadimento beta e decadimento gamma.
Nuclei e decadimenti esotici. Misura della massa del neutrino. Interazione di particelle cariche, fotoni e neutroni con la materia.
Elementi di dosimetria delle radiazioni e radioprotezione.

RADIOATTIVITÀ II (FIS/04)
A. Fontana
Il corso si sviluppa a partire dallo studio della fenomenologia dell' interazione debole (violazione della parità, elicità di neutrino ed elettrone, distribuzioni angolari) e del formalismo teorico utilizzato per la sua descrizione (teoria di Dirac e teoria V-A). I temi trattati riguardano successivamente tre ambiti di ricerca connessi con il decadimento beta e con la fisica del neutrino:
- nucleosintesi sulle stelle, in particolare sul sole: problema dei neutrini solari, evoluzione stellare, processi r, s e p, supernovae, età dell'Universo;
- doppio decadimento beta: neutrini massivi, neutrini di Dirac e di Majorana, doppio decadimento beta con e senza emissione di neutrini, esperimenti e risultati sperimentali;
- oscillazioni di neutrino: formalismo teorico ed esperimenti ideali, neutrini da acceleratore, da reattore, atmosferici e solari, esperimenti e risultati sperimentali.

Testo utilizzato:
G. Bendiscioli, Fenomeni radioattivi. Dai nuclei alle stelle. Springer (2008)

RADIOBIOLOGIA (MED/36)
A. Ottolenghi
Strutture biologiche (a livello molecolare, cellulare e di ordine superiore). Saranno analizzati i processi che determinano il danno radioindotto al DNA, le aberrazioni cromosomiche, le mutazioni, la Obiettivo generale del corso è lo studio dei meccanismi d'interazione radiazione-materia e radiazione-trasformazione neoplastica e l'inattivazione cellulare, gli effetti somatici acuti e ritardati. Saranno affrontati e approfonditi metodi di ricerca di base sperimentali (in vitro e in vivo) e teorici (sviluppo di modelli meccanicistici e fenomenologici, tecniche di simulazione Monte Carlo e non, ecc.), criteri generali relativi ai metodi, applicazioni e tecniche di ottimizzazione in radioterapia e in radioprotezione.

RELATIVITÀ GENERALE (FIS/02)
M. Carfora
Introduzione alla fisica del campo gravitazionale. Principio di equivalenza debole e principio di equivalenza. Campo gravitazionale e geometria dello spaziotempo. Richiami di geometria differenziale: varietà differenziabili, fibrati vettoriali su varietà differenziabili, fibrati principali.

Testo:
Robert M. Wald, General Relativity, The University of Chicago Press.

RIVELATORI DI PARTICELLE (FIS/01)
M. Livan
Interazione radiazione-materia e fenomeni fisici che regolano il funzionamento dei rivelatori utilizzati in fisica nucleare e subnucleare. Rivelatori a gas, rivelatori a scintillazione, sistemi di identificazione di particelle e calorimetria. Uso della strumentazione nella ricerca fisica e in campi applicativi.

Testo consigliato:
W.R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle physics experiments, Springer Verlag.

SIMULAZIONE IN CAMPO BIOSANITARIO (FIS/07)
S. Bortolussi
Il corso si propone di far conoscere agli studenti programmi di simulazione Monte Carlo (MCNP, GEANT, FLUKA, programmi di simulazione di traccia ...) utilizzati in vari campi della ricerca per il trasporto di particelle cariche, neutroni e raggi gamma. In particolare si vuole presentare una panoramica di strumenti per studiare il trasporto e gli effetti della radiazione in campo biosanitario. In particolare ci sarà una prima parte del corso dedicato ad un codice Monte Carlo (MCNP) sviluppato presso LANL (Los Alamos National Laboratory), e che verrà presentato da un punto di vista teorico in tutti i suoi aspetti (costruzione delle geometrie, delle sorgenti, analisi di output, tecniche di riduzione di varianza ecc), e che sarà usato dagli studenti per fare esercizi e per risolvere problemi pratici (ad esempio progettazione di schermature per neutroni e raggi gamma, calcolo di distribuzione di flussi e dose). Il corso proseguirà con la presentazione di un Monte Carlo home made per la simulazione del danno cromosomico indotto da radiazione. Infine, saranno presentati I codici Fluka e Geant4 sotto forma di seminari in cui verranno presentati casi pratici di utilizzo dei due codici.

SPETTROSCOPIA DELLO STATO SOLIDO (FIS/03)
G. Guizzetti
Il programma del corso è coordinato con quello dei corsi di Fisica dello stato solido e di Fotonica e consta di lezioni in aula e di esercitazioni e dimostrazioni in laboratorio.
Dopo una iniziale ripresa di concetti su interazione radiazione-materia ed un approfondimento su Modello di Lorentz, Effetti di dispersione – relazioni di Kramers-Kronig, Effetti di schermaggio, campo locale, equazioni di Lorentz-Lorenz e di Clausius-Mossotti, vengono introdotte alcune Applicazioni di Spettroscopia vibrazionale, Spettroscopia FTIR e Raman, le misure di assorbimento e di luminescenza nello studio dei semiconduttori, con particolare rilievo agli effetti fotoindotti e in risoluzione temporale. L'ultima parte del corso è dedicata alla risposta ottica dei metalli e agli effetti plasmonici.

Testi di riferimento:
Nikolai Tkachenko, Optical Spectroscopy Methods and Instrumentations, ELSEVIER.
Jin Zhong Zhang, Optical Properties and Spectroscopy of Nanomaterials, World Scientific Publishing Company.

STORIA DELLA FISICA (FIS/08)
Vedi: Lauree triennali

STORIA DELLA MATEMATICA (MAT/04)
M. Ferrari, R. Rosso
Vedi la Guida dello studente dei Corsi di laurea in Matematica.

STORIA DELLE SCIENZE (M-STO/05)
L. Fregonese
Nel presente anno accademico il corso è diviso in due parti monografiche, dedicate rispettivamente all'atomismo antico e alle principali teorie che furono elaborate nel Settecento per spiegare le funzioni nervose e muscolari e i loro rapporti con l'elettricità.
Nella parte dedicata all'atomismo antico, si affrontano inizialmente le questioni metodologiche delle fonti e degli approcci storiografici al tema. A quest'ultimo riguardo si propone un confronto tra le metodologie alla base di studi rappresentativi come quelli di Geoffrey E.R. Lloyd e John Vallance da un lato e di Alan Chalmers dall'altro. Concentrando l'attenzione sull'atomismo epicureo nella versione lasciataci da Lucrezio nel De rerum natura, si esaminano poi vari punti significativi della filosofia naturale epicureo-lucreziana, tra cui una sofisticata spiegazione del moto caotico del pulviscolo sospeso in aria, che ricorre all'idea che i moti osservati possano "emergere" dal livello atomico fondamentale attraverso una serie di differenti livelli intermedi, presentando così analogie con le odierne formulazioni sulla "emergenza" delle proprietà fisiche dei sistemi.
La seconda parte del corso inizia considerando preliminarmente le spiegazioni elaborate da Newton per interpretare le funzioni della percezione, della volizione e della contrazione muscolare. Lo studio prosegue tracciando un quadro dei principali paradigmi della fisiologia settecentesca: iatromeccanicismo, micromeccanicismo, animismo, vitalismo, soffermandosi poi soprattutto sull'influente teoria fisiologica che Albrecht von Haller basò sulla distinzione tra "sensibilità" e "irritabilità" delle differenti parti dei corpi organici. Il corso affronta infine le fondamentali ricerche di Galvani e Volta sulla "elettricità animale", contestualizzandole rispetto alla fisiologia del periodo e in particolare rispetto agli schemi della sensibilità e dell'irritabilità halleriane.

Testi del corso (selezioni che saranno indicate durante lo svolgimento):
Vittorio Enzo Alfieri, Atomos idea: l'origine del concetto dell'atomo nel pensiero greco, Galatina: Congedo, 1979.

Geoffrey E.R. Lloyd e John Vallance, “La scienza nell’antichità greco-romana”, in La scienza antica (2001) [vol. 1 di Storia della scienza, Roma: Istituto della Enciclopedia italiana, 2001-2004, 10 voll.], sez. IV, cap. I, di, pp. 539-554.
David Sedley, “Epistemologia e teorie della natura nell’età ellenistica”, in La scienza antica (2001) [vol. 1 di Storia della scienza, Roma: Istituto della Enciclopedia italiana, 2001-2004, 10 voll.], sez. IV, cap. XI, pp. 678-690.
Alan Chalmers, The scientist’s atom and the philosophers stone: how science succeeded and philosophy failed to gain knowledge of atoms, in Boston studies in the philosophy of science, n° 279, Dordrecht: Springer, 2009.
Lucio Fregonese, Volta: teorie ed esperimenti di un filosofo naturale, in “I grandi della scienza”, Milano: Le scienze, n° 11, 1999.
AA. VV., “La fisiologia”, in L’età dei Lumi (2002) [vol. 6 di Storia della scienza, Roma: Istituto della Enciclopedia italiana, 2001-2004, 10 voll.], parte V, capp. XLVIII-LII, pp. 602-676.
Marco Piccolino e Marco Bresadola, Rane, torpedini e scintille: Galvani, Volta e l'elettricità animale, Torino: Bollati Boringhieri, 2003.
Giuliano Pancaldi, Volta: science and culture in the age of Enlightenment, Princeton; Oxford: Princeton University Press, 2003.

STRUMENTAZIONE FISICA BIOSANITARIA (FIS/07)
M. Corti
Modalità operative e principi di funzionamento della strumentazione biomedicale più largamente diffusa nel settore diagnostico e medicale. Tecniche di Risonanza Magnetica Nucleare e di tomografia a Risonanza Magnetica (MRI): sistemi a corpo intero e sistemi dedicati. Tecniche ultrasonografiche: apparati per ecografia, ecocardiografia, ecodoppler, ecotomografia. Apparati per misure di flusso e di viscosità ematica generale e capillare. Applicazioni dello SQUID per lo studio dei segnali bio-magnetici nel cervello e Magneto-encefalografia. Gli argomenti trattati a lezione saranno oggetto di sperimentazione “in vivo” utilizzando strumentazione diagnostica biomedicale in dotazione del Laboratorio di Strumentazione Fisica Biosanitaria (Spettrometro NMR (Mid-Continent); Tomografo MRI (Artoscan-Esaote dedicato agli arti distali; viscosimetri. etc.) e di un Ecotomografo presso il Dipartimento di Radiologia.

Testi consigliati:
G.Valli, G. Coppini , Bioimmagini, Patron Editore.
L. Cei, A. La Fianza, C. Baluce,Tecniche di CT e MRI nella Diagnostica per Immagini, Società Editrice Universo (Roma)

TECNICHE DIAGNOSTICHE I (FIS/07)
A. De Bari
Parte I:
Introduzione alle immagini tomografiche: caratteristiche dell’immagine, algoritmi di ricostruzione e aspetti informatici. Tomografia raggi X (TC): tecniche di ricostruzione dell’immagine, apparati sperimentali. Ecotomografia: aspetti tecnologici e tecniche di ricostruzione dell’immagine. Diagnostica per immagini: caratteristiche generali delle immagini mediche (curva caratteristica, risoluzione, contrasto, rumore, rapporto segnale/rumore), curve ROC, modelli psicofisici della visione umana. Impiego di ultrasuoni in Medicina: elementi di Fisica degli ultrasuoni, trasmissione e assorbimento sonoro, impedenza acustica, produzione di ultrasuoni, flussimetria Doppler, ecografia, ecografia a scansione, modi di analisi, mezzi di contrasto. Immagini radiografiche: tubo a raggi X, assorbimento dei raggi X, formazione delle immagini radiografiche e tecniche radiografiche, mezzi di contrasto, intensificatori d’immagine, mammografia, xeroradiografia, radiografia digitale, tomografia tradizionale. Immagini da radionuclidi incorporati: principali radionuclidi impiegati in Medicina Nucleare e loro caratteristiche, sistemi di rivelazione (scintillatori, fotomoltiplicatori, stato solido), gamma camera, SPET e PET.

Parte II:
Esperienze proposte:
- determinazione del plateau HV in uno ioduro di sodio NaI(Tl);
- calibrazione in energia di un NaI(Tl);
- determinazione di sorgenti gamma incognite;
- analisi di uno spettro gamma (spalla Compton, backscatter, ...);
- determinazione dell'attività di una sorgente incognita;
- risoluzione in energia di un NaI(Tl);
- misure di radon in acqua;
- utilizzo di strumentazione per radioprotezione;
- curva di calibrazione in efficienza di un rivelatore al germanio.

Testo consigliato:
William R. Leo, Techniques for nuclear and particle physics experiments: a how-to approach.

TECNICHE DIAGNOSTICHE II (FIS/07)
P. Carretta, A. Lascialfari
Principi base della Risonanza Magnetica NUcleare (NMR). Tempi di rilassamento e spettri. Esempi in sistemi allo stato condensato. Principi base della NMR per Immagini (MRI). Metodo di ricostruzione di immagini con tecnica a trasformata di Fourier (FT). FT : caso continuo e caso discreto. Equazione di Imaging 1D. Estensione ai casi 2D e 3D. Campionamento e aliasing delle immagini. Filtraggio e risoluzione. Ricostruzione per proiezione e teorema di Radon. Ricostruzione per back-proiezione (filtrata). Applicazioni alla Risonanza Magnetica per Immagini (MRI). Contrasto e segnale. Gradienti e spazio k. Breve introduzione alle sequenze veloci. Functional Imaging. Agenti di contrasto MRI. Applicazioni alla Tomografia a raggi-x (RX).

Libro consigliato:
E.M. Haacke, R.W. Brown, M.R. Thompson, R. Venkatesan, Magnetic Resonance Imaging – Physical Principles and Sequence Design – ed.Wiley-Liss

TECNICHE DIGITALI DI ACQUISIZIONE DEI DATI (FIS/01)
Vedi: Lauree triennali

TECNOLOGIE DELLA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA (FIS08)
L. Falomo
Nel corso vengono prese in considerazione le profonde implicazioni che le nuove tecnologie digitali hanno avuto sui sistemi di accesso e di comunicazione dell'informazione. Particolare risalto viene dato alle applicazioni e alle pratiche tipiche del nuovo web e mobile web, importanti supporti per fare e comunicare la scienza, per insegnare e apprendere in modo più partecipato e collaborativo.
Durante il corso vengono descritte le caratteristiche principali delle immagini digitali vettoriali e raster e del video digitale e utilizzati servizi di fotoritocco e montaggio di filmati. Ci si sofferma su blog, comunità virtuali, wiki e realtà aumentata. Vengono quindi utilizzati servizi di costruzione, anche collaborativa, e condivisione online di presentazioni e di mappe mentali e concettuali.
Sono poi presentati diversi esempi di applicazione, nella science education, nella ricerca e nella comunicazione scientifica, degli strumenti analizzati: dalle applicazioni di realtà aumentata per l'apprendimento delle scienze ai wiki per la gestione di progetti europei, dal laboratorio di intelligenza collettiva del MIT ai progetti di Citizen science.
La bibliografia e la sitografia di riferimento sono discusse durante le lezioni e indicate nel blog del corso.

TECNOLOGIE FISICHE E BENI CULTURALI (FIS/07)
Vedi: Lauree triennali

TEORIA DEI SISTEMI DINAMICI (MAT/07)
A. Marzuoli
Vedi la Guida dello studente dei Corsi di laurea in Matematica.

TEORIA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI (FIS/02)
O. Nicrosini
Il corso si propone di fornire un'introduzione alle moderne teorie di gauge, con l'obiettivo di illustrare i concetti teorici alla base del modello standard delle interazioni elettrodeboli e forti. L'elettrodinamica quantistica (QED) come teoria di gauge abeliana. L'invarianza di gauge non abeliana: teorie di Yang-Mills. Rottura spontanea della simmetria: modello di Goldstone e meccanismo di Higgs. La teoria dell'unificazione elettrodebole: lagrangiana e principali implicazioni fenomenologiche. La lagrangiana della cromodinamica quantistica (QCD): simmetrie esatte e approssimate, principali caratteristiche fenomenologiche. Effetti perturbativi a 1-loop: polarizzazione del vuoto in QED e QCD, libertà asintotica della QCD. Cenni a limiti strutturali e fisica al di là del modello standard (supersimmetria, teorie di grande unificazione).
Si consiglia di seguire il corso dopo gli insegnamenti di Elettrodinamica Quantistica e Teoria Quantistica dei Campi.

Testi consigliati:
M.E. Peskin and D.V. Schroeder - An introduction to Quantum Field Theory- ©1995, Addison-Wesley Advanced Book Program (now Perseus Books).
C. Quigg - Gauge Theories of the Strong, Weak and Electromagnetic Interactions - ©1983, 1997, Addison Wesley Longman, Inc.
F. Mandl and G. Shaw - Quantum Field Theory - ©1994, John Wiley & Sons.

TEORIA FISICA DELL'INFORMAZIONE (FIS/03)
P. Perinotti

Il corso copre gli argomenti chiave della teoria dell'informazione classica e quantistica, sviluppando soprattutto gli aspetti di "comprimibilità" e "correggibilità" intimamente connessi con il concetto stesso di informazione. PARTE 1: INFORMAZIONE CLASSICA. Si introducono i concetti base, alcuni tipi di codifica, schemi di compressione e error-correction, nonché diverse misure dell'informazione, entropie di Shannon, mutua informazione e loro proprietà. Si dimostrano i due teoremi di Shannon sulla compressione e sulla tramissione affidabile, la disuguaglianza di Fano, il data-processing theorem, il bound di McMillan. PARTE 2: INFORMAZIONE CLASSICA SU CANALI QUANTISTICI. Entropie quantistiche di von Neumann e loro proprietà, teorema di Lieb, monotonicità di Uhlmann dell'entropia relativa, bound di Holevo. PARTE 3: INFORMAZIONE QUANTISTICA. Affidabilità della compressione quantistica, fidelity e entanglement fidelity, teorema di compressione di Schumaker, disuguaglianza di Fano quantistica, informazione coerente e data-processing theorem quantistico, teoria generale dell'error correction quantistica, informazione accessibile, cenni al teletrasporto e dense coding.

Testo consigliato:

I. K. Chuang and M. A. Nielsen, Quantum Information and Quantum Computation, Cambridge University Press, (Cambridge UK 2000).

TEORIA QUANTISTICA DEI CAMPI (FIS/02)
F. Piccinini

- Richiami equazione di Dirac, equazioni di Weyl e Majorana
- Quantizzazione alla Feynman
- Approccio fuzionale in teoria quantistica dei campi
- Rinormalizzazione e gruppo di rinormalizzazione,
  per un modello scalare di campo autointeragente e per
  l'Elettrodinamica Quantistica
- Divergenze infrarosse in Elettrodinamica Quantistica
- Cenni ai campi di Yang-Mills

Testi consigliati:

-L. H. Ryder, Quantum Field Theory (Cambridge, 1996)
-M.E. Peskin and D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Perseus Books)

STRUTTURA E ATTIVITÀ DEL DIPARTIMENTO DI FISICA

DIPARTIMENTO DI FISICA
Via Bassi, 6
Numeri telefonici

Informazioni	0382/987471
Segreteria	0382/987474 – 987473 - 987436 - 987584
Segreteria Amministrativa	0382/987577
Direzione	0382/987626

Presso il Dipartimento hanno sede la Sezione di Pavia dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e l'Unità di Pavia del Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze Fisiche della Materia (CNISM).

ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA

Le attività di ricerca, svolte da docenti afferenti al Corso di laurea in Fisica, coerenti e rilevanti rispetto agli obiettivi formativi del corso di studio, si svolgono nel Dipartimento di Fisica. I gruppi di ricerca sono impegnati in tematiche tra le più attuali della fisica moderna. Una descrizione completa delle linee di ricerca è disponibile sui siti web del Dipartimento di Fisica: http://fisica.unipv.it e del Dottorato di Ricerca in Fisica: http://dottorato-fisica.pv.infn.it Per darne un quadro sintetico di riferimento, si citano le seguenti linee:

1. FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE (sperimentale e teorica)
2. FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA (sperimentale e teorica)
3. INFORMAZIONE QUANTISTICA, FONDAMENTI DELLA MECCANICA QUANTISTICA
4. ASTRONOMIA E ASTROFISICA
5. FISICA INTERDISCIPLINARE E APPLICATA
6. DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA

FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE (sperimentale e teorica)
In stretta collaborazione con i centri nazionali ed internazionali più accreditati (CERN, FERMILAB, GRAN SASSO, FRASCATI, MAINZ etc.) viene condotta una ormai consolidata attività di studio dei costituenti elementari della materia e delle loro interazioni (gravitazionale, nucleare, debole, elettromagnetica).
Le ricerche sono di tipo sia teorico (modelli fenomenologici, teorie generali) sia sperimentale.
L'attività sperimentale è svolta nell'ambito di collaborazioni internazionali che comprendono gruppi di rilevanti dimensioni operanti in grandi centri di ricerca. Qui sono funzionanti i rivelatori di particelle esposti ai fasci delle grandi macchine acceleratrici o esposti ai raggi cosmici. L'attività di ricerca sia teorica sia sperimentale riguarda in particolare lo studio dei seguenti argomenti: bosone di Higgs, particelle supersimmetriche, materia oscura, quark pesanti, antimateria, neutrini solari e atmosferici, oscillazioni di neutrino, stabilità della materia, decadimenti radioattivi, interazioni di fotoni e protoni con nuclei, ipernuclei, possibili sperimentazioni a futuri grandi acceleratori, comprensione dei meccanismi attraverso cui le particelle elementari danno luogo a strutture su scala maggiore (neutroni e protoni) fino a determinare le proprietà dei nuclei atomici.
Dell'attività teorica fanno parte ricerche sulla gravità quantistica, la fisica dei buchi neri, la teoria delle corde e la cosmologia.

FISICA DELLA MATERIA CONDENSATA (sperimentale e teorica)
Coerentemente con una tradizione consolidata, che negli anni 1950-60 ha visto la sede di Pavia come importante centro propulsore della fisica dei solidi in Italia, viene condotta in questo campo una articolata serie di ricerche che si avvalgono di attrezzati laboratori di spettroscopia ottica e di nanofotonica, di risonanza magnetica nucleare (NMR e NQR), di risonanza paramagnetica elettronica (EPR), nonché di moderni apparati per misure calorimetriche e di assorbimento e dispersione dielettrica.
Spettroscopia. Sono studiate le proprietà ottiche di isolanti e di semiconduttori, di nuovi materiali di sintesi aventi interesse anche applicativo per la microelettronica, di superfici e di interfacce di semiconduttori, di sistemi a confinamento quantistico (ad es. buche e punti quantici), di cristalli fotonici e

nanostrutture plasmoniche, di polimeri. Una recente linea applicativa riguarda lo studio di materiali (semiconduttori e organici) per celle fotovoltaiche. Sono inoltre condotti studi di ottica lineare e non lineare, fra cui spettroscopia Raman, di ossidi misti puri e drogati con elementi di transizione nonché di reperti archeologici e numerosi materiali di interesse applicativo.
Risonanza magnetica. È studiata la dinamica delle eccitazioni di spin e di carica in sistemi che manifestano transizioni di fase. La parte più rilevante delle ricerche basate sulla spettroscopia NMR-NQR ad impulsi è dedicata alle proprietà magnetiche microscopiche di superconduttori ad alta temperatura critica e di sistemi magnetici precursori. Le misure delle proprietà magnetiche dei materiali sono completate da misure di calorimetria e di magnetizzazione mediante magnetometro a SQUID in funzione di campo magnetico e temperatura. Con tecniche NMR ed EPR sono studiati fenomeni magnetici in ossidi di metalli di transizione.
Fisica teorica. Vi è un ampio settore di ricerca che riguarda gli stati elettronici e l'interazione radiazione-materia in nanostrutture di semiconduttori, microcavità e cristalli fotonici. Un altro importante argomento è lo studio di composti di terre rare ed in generale di sistemi con elettroni fortemente correlati noti come "sistemi Kondo" e "fermioni pesanti". Inoltre mediante tecniche teoriche-computazionali è studiata la meccanica statistica di fasi condensate quali liquidi, reticoli di spin e cristalli liquidi.

INFORMAZIONE QUANTISTICA, FONDAMENTI DELLA MECCANICA QUANTISTICA
Queste linee di ricerca di carattere teorico riguardano le basi concettuali e assiomatica della teoria quantistica, nonché le loro applicazioni al campo moderno della *quantum information*.
Informazione e computazione quantistica - Si studiano i nuovi metodi di computazione, comunicazione crittografica e trasmissione di informazione basate sulla sovrapposizione e sull'entanglement quantistici. Si progettano nuovi metodi di misurazione universale tomografici, misurazioni e canali programmabili, clonazione ottima di stati e trasformazioni e calibrazione di misurazioni e trasformazioni quantistiche. Parallelamente si progettano nuovi esperimenti per verifiche di fondamento della meccanica quantistica.
Fondamenti della meccanica quantistica - La meccanica quantistica, indipendentemente dai suoi successi nella previsione delle proprietà e del comportamento dei sistemi fisici, a tutt'oggi presenta problemi di interpretazione che hanno provocato e provocano accese dispute. Inoltre essa non possiede ancora un'assiomatizzazione fisica. Questi problemi sono oggetto di studio e ricerca.

ASTRONOMIA E ASTROFISICA
In collaborazione stretta con i consorzi delle principali missioni per astronomia dallo spazio (XMMNewton, Swift, AGILE, GLAST e altre), l'attività di ricerca si concentra sullo studio osservativo e l'interpretazione modellistica dell'emissione di alta energia (raggi X e gamma) da diverse classi di sorgenti cosmiche, quali stelle di neutroni isolate (radio pulsar e magnetar), sistemi binari in accrescimento (con nane bianche, stelle di neutroni o buchi neri), lampi di raggi gamma.

FISICA INTERDISCIPLINARE E APPLICATA
La collaborazione in aree interdisciplinari e il frequente legame fra ricerca di base e applicazioni al contesto socio-economico e industriale, oltre l'ambito accademico, sta assumendo una importanza crescente per la attività dei fisici. Le principali linee di ricerca di carattere applicativo (derivanti spesso da evoluzioni recenti delle ricerche tradizionali sopra menzionate) possono essere brevemente riassunte come segue:
Fisica Biomedica – Questa attività comprende lo studio degli effetti biologici delle radiazioni e la realizzazione di apparati per la misura delle caratteristiche di fasci di particelle (neutroni, protoni, fotoni, …), la realizzazione di originali apparecchiature elettromedicali e la messa a punto di sistemi logici che simulano processi biologici e di sistemi di depurazione di liquidi dal fall-out radioattivo, lo studio della diffusione ambientale di inquinanti chimici e radioattivi liberati in incidenti, lo sviluppo di nuove tecniche informatiche, la progettazione di nuovi rivelatori e la messa a punto di metodologie per la cura dei tumori mediante radiazioni nucleari (sia neutroni che protoni e ioni). Comprende inoltre lo sviluppo di tecniche di Imaging avanzato mediante NMR e di mezzi di contrasto usando nanoparticelle magnetiche.
Fotonica e Nanotecnologie – Questa ricerca riguarda lo studio teorico, le proprietà elettroniche e ottiche, le nano-tecnologie di fabbricazione dei materiali di ultima generazione per l'optoelettronica e la fotonica. Questi sistemi, caratterizzati da strutture fotoniche su scala sub-micrometrica realizzate in materiali e nanostrutture di semiconduttori, sono di grande interesse sia per lo studio di fenomeni fisici

di base sia per la realizzazione di dispositivi miniaturizzati quali interconnessioni ottiche integrate, transistor ottico, laser a bassa soglia. Un'altra applicazione di grande portata riguarda lo sviluppo di biosensori per la rivelazione di piccole quantità di molecole biologiche.
Quantum Information e Quantum Computing – In questo settore della fisica vi sono profondi legami fra problematiche di ricerca fondamentale in Meccanica Quantistica e applicazioni tecnologiche avanzate. Proprietà tipicamente quantistiche quali la complementarietà e l'entanglement hanno già permesso la realizzazione sperimentale della Quantum Criptography, e sebbene gli sviluppi di un computer quantistico siano ancora in una fase preliminare, vi sono forti aspettative nel mondo industriale e nella information and communication technology (ICT). Le ricerche applicate sono rivolte all'ICT, con particolare riguardo alla crittografia quantistica.
Econofisica - Essa è l'applicazione dei metodi tipici della fisica allo studio del mercato finanziario, considerato come un sistema complesso. Si tratta di un nuovo campo di ricerca interdisciplinare dove i metodi propri della fisica statistica e teorica possono essere applicati con successo. La ricerca riguarda lo sviluppo di nuove tecniche, derivate dalla meccanica statistica e dalla moderna teoria dei campi quantistici, per realizzare modelli teorici della dinamica dei mercati finanziari nonché della gestione e dell'analisi dei dati nei campi dell'Economia e della Finanza Quantitativa e, più in generale, della descrizione e simulazione di sistemi complessi di varia natura.

DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA
Didattica della fisica - Obiettivo principale della ricerca è individuare strumenti e metodologie che contribuiscano al miglioramento dell'insegnamento/apprendimento della fisica. Le ricerche in corso riguardano prevalentemente
- la progettazione e la sperimentazione di modelli per la formazione iniziale e in servizio degli insegnanti di fisica che consentano di sviluppare, come parte fondamentale della professionalità dei docenti, competenze sia sugli aspetti specifici della disciplina fisica sia su quelli cognitivi e didattici;
- l'elaborazione di percorsi didattici su temi rilevanti di fisica che costituiscano il punto di partenza sia per la sperimentazione in classe sia per le attività di formazione iniziale dei docenti.
Particolare attenzione viene dedicata all'impiego delle nuove tecnologie nell'insegnamento/apprendimento della fisica nei diversi livelli scolari. La ricerca viene svolta nell'ambito di progetti nazionali e internazionali.
Storia della fisica - Le ricerche sono orientate verso una comprensione storica degli sviluppi delle varie discipline fisiche che non tenga conto soltanto degli aspetti tecnici ed interni ma anche del globale contesto culturale e sociale. Partendo dalle tradizioni meccaniciste cartesiana, newtoniana e leibniziana nei differenti contesti europei e in particolare in Italia, si analizzano così le articolazioni e le mutazioni storiche della meccanica, dell'elettromagnetismo, della relatività, della fisica quantistica e del caos, della fisica teorica, connettendole alle tradizioni scientifiche, epistemologiche, filosofiche e religiose.

DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA

http://www-2.unipv.it/dottorati/scienzeetecnologie/fisica/n/web_PhD/

Il Dipartimento di Fisica concorre al funzionamento didattico e scientifico del Dottorato di Ricerca in Fisica.
Il Dottorato ha la durata di tre anni e dà la possibilità di seguire i seguenti curricula di studi:
1) Fisica della materia;
2) Fisica nucleare e subnucleare;
3) Fisica teorica e fisica matematica;
4) Fisica interdisciplinare e applicata.
I dottorandi devono seguire un piano di studi che prevede di norma la frequenza di 4 corsi al primo anno e 2 corsi al primo semestre del secondo anno. L'accesso agli anni successivi al primo avviene in base all'esito delle prove di esame (o scritta, o orale o entrambe a discrezione del docente) e ad un seminario orale presentato dal dottorando.
I dottorandi hanno l'obbligo di svolgere attività di ricerca in uno dei quattro curricula. Essi partecipano ai programmi di ricerca che si svolgono nel Dipartimento di Fisica, programmi finanziati in parte dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MiUR), dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e dall'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (INFM), dal

Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze Fisiche della Materia (CNISM), dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), dall'Unione Europea e da altre istituzioni.
Alla fine del triennio (con la possibilità di proroga per un ulteriore anno), il dottorando deve preparare una dissertazione scritta (tesi di dottorato) che descrive i risultati della ricerca.
A partire dall'anno accademico 2000/2001, a seguito di delibera Ministeriale, il dottorato ha carattere internazionale grazie ad accordi specifici con le Graduate Schools delle Università di California a Santa Barbara, Santa Cruz, e Berkeley, Colorado a Boulder, Washington a Seattle, Iowa a Ames, Purdue a Lafayette, Stony Brook a New York, Paris 6 - Pierre e Marie Curie, Cracovia e altre. Dottorandi selezionati in base ai programmi di ricerca saranno autorizzati a seguire corsi e sostenere esami nonché trascorrere periodi di ricerca presso una delle Università compartecipanti. Il programma prevede lo scambio di docenti nonché l'attribuzione di un International Certificate of Doctoral Studies (ICDS).
Ulteriori informazioni sono reperibili all'indirizzo:
http://www-2.unipv.it/dottorati/scienzeetecnologie/fisica/n/web_PhD/index.php?option=com_content&view=section&id=22&Itemid=121&lang=it

BIBLIOTECA DELLE SCIENZE E SEZIONE DI FISICA
Via A. Bassi, 6 - Tel. 987510 - fax 987262
E-mail: biblioteca.dellescienze@unipv.it
La Biblioteca Delle Scienze è nata il 1 gennaio 2008 dalla unificazione amministrativa delle Biblioteche di Fisica, Chimica, Farmacia e Biochimica, che ne costituiscono le quattro sezioni.
Il portale all'indirizzo http://www-1.unipv.it/bibscienze/ è utilizzabile come punto di accesso per acquisire informazioni e per tutti i servizi della Biblioteca delle Scienze. In particolare, la Biblioteca partecipa al Catalogo Unico di Ateneo (OPAC), al Catalogo Italiano dei Periodici (ACNP) e al Catalogo del Sistema Bibliotecario Nazionale (SBN). Oltre ai servizi di consultazione e prestito dei volumi e delle riviste, aperti a tutti gli interessati secondo le norme dell'apposito regolamento, la biblioteca offre servizi di prestito interbibliotecario, reperimento documenti da altre biblioteche, consultazione on line di riviste in abbonamento e banche dati, ricerche bibliografiche, reference. È di recente istituzione la sezione multimediale a scopo didattico e divulgativo.
La Biblioteca delle Scienze, in collaborazione con la Scuola di Dottorato in Scienze e Tecnologie "Alessandro Volta" dell'Università degli Studi di Pavia, pubblica la rivista internazionale Scientifica Acta. La rivista, che pubblica contributi in lingua inglese soggetti a procedura di "peer review", è disponibile online sul sito web http://siba.unipv.it/fisica/ScientificaActa/SA.htm
La sezione di Fisica della Biblioteca delle Scienze, nata come biblioteca unificata interdipartimentale nel 1985, proviene dalla fusione delle preesistenti biblioteche dell'Istituto di Fisica, dell'Istituto di Fisica Nucleare e dell'Istituto di Fisica Teorica. È situata al primo piano dell'edificio dei dipartimenti fisici.
Il patrimonio librario consta di più di 700 riviste, di cui 140 correnti, e circa 17000 volumi monografici parte dei quali costituiscono un importante fondo storico, completamente catalogato, a disposizione degli studiosi di storia della scienza.

LABORATORI DIDATTICI
Gli insegnamenti di laboratorio dei corsi di laurea dell'area fisica sono tenuti in parte presso i laboratori didattici situati presso la Cascina Cravino, via Bassi 21. I Laboratori Didattici sono attrezzati con varia strumentazione relativa a esperimenti di meccanica, termodinamica, elettromagnetismo, elettronica, informatica. Gli esperimenti sono interfacciati a personal computer appositamente dedicati all'acquisizione e all'analisi dei dati.
Altri laboratori situati presso i Dipartimenti Fisici, dedicati alla didattica ma vicini alle attività di ricerca, trattano esperimenti di ottica, acustica, elettronica, fisica quantistica, fisica nucleare, fisica dei solidi e strumentazione, risonanza magnetica e imaging, tecnologie educative e relative esperienze didattiche.

ISTITUTO UNIVERSITARIO DI STUDI SUPERIORI DI PAVIA
Unica realtà nel suo genere in Lombardia, la Scuola Superiore IUSS si propone di contribuire alla valorizzazione dei giovani di talento, offrendo loro, nella fase degli studi pre e post-laurea, percorsi formativi di alta qualificazione che ne esaltino le capacità, nonché occasioni di arricchimento scientifico

e culturale, anche in senso interdisciplinare. Lo IUSS si propone altresì di contribuire al progresso della scienza, curando la formazione dei giovani alla ricerca e sviluppando programmi di ricerca scientifica.
Sito web: http://www.iusspavia.it/

LABORATORIO ENERGIA NUCLEARE APPLICATA (L.E.N.A.)
(Centro Servizi Interdipartimentale) Via Aselli, 41- Tel. 0382/987300
Presso il laboratorio è installato e funziona un Reattore Nucleare di ricerca da 250 kW della classe Triga Mark II, un irraggiatore di Cobalto-60 da 1000 Curie, un generatore di neutroni da 14 MeV e un generatore di raggi X da 350 KV. Il Laboratorio di Radiochimica è messo a disposizione dell'Università per le attività di ricerca, per la radiochimica e per l'analisi per attivazione neutronica.
Ulteriori informazioni si possono trovare nel sito web: http://www.unipv-lena.it/

CENTRO GRANDI STRUMENTI
Cascina Cravino, via Bassi, 21 – 27100 Pavia - Tel. 038298.7530 – Fax 0382422251 –
Il Centro Grandi Strumenti è un organismo creato allo scopo di acquisire e di gestire apparecchiature di particolare rilievo, di carattere il più possibile multidisciplinare, altrimenti non accessibili alle singole unità di ricerca dell'Ateneo. Il Centro si articola in diversi Laboratori, ciascuno dedicato ad una complessa e sofisticata tecnologia di indagine, di interesse per i ricercatori della nostra Università: 1. Laboratorio di Citometria; 2. Laboratorio di Cristallografia; 3. Laboratorio di Microscopia Elettronica; 4. Laboratorio di Risonanze Magnetiche; 5. Laboratorio di Spettrometria di Massa; 6. Laboratorio di Spettroscopie; 7. Laboratorio per la Struttura primaria delle proteine.
Ulteriori informazioni si possono trovare nel sito web: http://cgs.unipv.it.

CENTRO LINGUISTICO
Il Centro Linguistico d'Ateneo (CLA) dell'Università di Pavia offre una serie di servizi connessi all'insegnamento e all'apprendimento delle lingue. Tali servizi sono rivolti agli studenti, al personale docente, al personale tecnico-amministrativo dell'Ateneo pavese e a chiunque voglia apprendere o perfezionare la conoscenza delle lingue straniere.
Attualmente dispone di due sedi:
Centro Linguistico Laboratori, Cortile Sforzesco (Sede Centrale)
Centro Linguistico Uffici, Cortile Teresiano (Sede Centrale)

Al CLA è possibile:
- usufruire del servizio di autoapprendimento delle lingue straniere e di italiano per stranieri;
- reperire informazioni riguardanti l'attività didattica integrativa svolta dai Collaboratori ed Esperti Linguistici di lingua madre (C.E.L.), grazie al supporto che il CLA fornisce agli insegnamenti curriculari di lingua per i vari Corsi di studio dell'Ateneo;
- sostenere gli esami per il conseguimento delle certificazioni, ampiamente accreditate dai Corsi di studio, di lingua inglese dell'Università di Cambridge ESOL (PET, FCE, CAE, CPE), la Certificazione di Italiano come Lingua Straniera dell'Università per Stranieri di Siena (CILS), la certificazione di tedesco come lingua straniera del Test DaF Institut di Bochum (Test DaF);
- frequentare corsi di lingua italiana per studenti stranieri in mobilità e per utenti esterni;
- partecipare alle iniziative scientifiche e didattiche volte alla diffusione delle lingue e delle culture straniere promosse dal CLA;

Il Centro Linguistico è dotato di laboratori linguistici e di aule multimediali. Inoltre dispone di una ricca mediateca contenente circa 1000 corsi con supporti audio, video e cd-rom relativi a 53 lingue diverse (*) e di una collezione di film in lingua originale che conta più di 650 titoli.
I supporti multimediali presenti nei laboratori possono essere utilizzati in maniera autonoma dagli studenti dell'Ateneo per approfondire gli argomenti affrontati durante le attività didattiche integrative svolte dai C.E.L. e, più in generale, dai vari utenti per apprendere o rafforzare la conoscenza di una lingua straniera o per prepararsi ad un esame di certificazione internazionale.
L'assistenza è garantita dalla presenza costante di tecnici laureati in lingue i quali sono a disposizione per aiutare nella scelta del materiale didattico e del percorso di apprendimento.
Presso il CLA gli utenti possono trovare informazioni e materiali didattici non solo sulle certificazioni di cui lo stesso è sede d'esame, ma anche sulle altre principali certificazioni internazionali di lingua straniera quali TOEFL e IELTS (lingua inglese), DELF/DALF (lingua francese), certificazioni del Goethe Institut (lingua tedesca), D.E.L.E. (lingua spagnola).

Orario di apertura del Centro Linguistico Laboratori, Cortile Sforzesco, Sede Centrale:
lunedì-venerdì 9.00-13.00 e 14.00-16.30
Tel. e fax Laboratori +39-0382-984476
Tel. e fax Uffici +39-0382-984383
Sito web: http://cla.unipv.it

(*) Afrikaans, albanese, amarico, arabo, basco, bulgaro, cambogiano, catalano, ceco, cinese cantonese, cinese mandarino, coreano, danese, ebraico moderno, estone, finlandese, francese, gaelico irlandese, gallese, giapponese, greco moderno, gujarati, hindi, indonesiano, inglese, italiano, latino, lettone, lituano, malese, mongolo, nederlandese, norvegese, persiano, polacco, portoghese, panjabi, romeno, russo, serbo-croato, slovacco, sloveno, somalo, spagnolo, svedese, swahili, tedesco, tailandese, turco, ucraino, ungherese, urdu, vietnamita.

PROGRAMMA ERASMUS

Erasmus è il programma comunitario che consente agli studenti universitari di trascorrere un periodo di studio (da 3 a 12 mesi) presso un Istituto di Istruzione Superiore di uno dei paesi partecipanti al programma, offrendo l'opportunità di seguire corsi, di usufruire dei servizi e delle strutture universitarie (senza pagare ulteriori tasse di iscrizione oltre a qualle già pagate in Italia) e di ottenere il riconoscimento degli esami sostenuti. Dal 2007 Erasmus fa parte di LLP (Life Long Programme) il nuovo programma comunitario finalizzato a sviluppare la dimensione europea dell'apprendimento lungo tutto l'arco della vita.
In Università il Programma è gestito da:
Ufficio Mobilità Studentesca - Via S. Agostino 1, 27100 Pavia
E-mail: erasmus@unipv.it Tel 0039 0382 984302 Fax 0039 0382 984314
http://www.unipv.eu/on-line/Home/Internazionalizzazione/Erasmus.html

CENTRO ORIENTAMENTO UNIVERSITARIO (C.O.R.)

Via S. Agostino 8, Tel 0382/984218-296/210, Fax 0382/984449
sito internet: http://cor.unipv.it e-mail: cor@unipv.it
Il COR, Centro Orientamento Universitario, è un Centro di Servizi e ha lo scopo di attuare tutte le iniziative occorrenti per garantire un processo di orientamento continuativo e dinamico degli studenti che inizi dal penultimo anno di Scuola Secondaria e continui per tutto il periodo di iscrizione ai corsi universitari, con particolare attenzione alle fasi di ingresso nell'Università e di uscita verso il mondo del lavoro.
Il Centro svolge attività di informazione, di formazione e di valutazione, in collegamento con le strutture didattiche e amministrative interessate, mediante la razionalizzazione dei servizi rivolti agli studenti in modo da prevenire o ridurre il fenomeno dei fuori corso e degli abbandoni.
Cura le attività promozionali di relazioni pubbliche e le comunicazioni interne, nell'ambito delle finalità del Centro.
Promuove iniziative di sostegno didattico e tutorato, curando in modo particolare gli studenti nella fase precedente alla scelta, nelle pre-iscrizioni e nel primo anno di corso.
Collabora con l'Istituto per lo Studio Universitario di Pavia ed i Provveditori agli Studi ai fini dell'efficace realizzazione delle attività di orientamento.
L'attività del Centro è articolata in tre settori in relazione alle differenti tipologie di orientamento universitario (Pre, Intra e Post).

S.A.I.S.D.

A partire dall'anno accademico 1999-2000, in attuazione della l. 28 gennaio 1999, n. 17 (di integrazione e modifica della legge-quadro 5 febbraio 1992, n. 104, per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone disabili), è stato istituito presso l'Università di Pavia il Servizio di Assistenza e Integrazione Studenti Disabili (S.A.I.S.D.), al fine di offrire agli studenti disabili un servizio integrato di accoglienza, assistenza e integrazione all'interno del mondo universitario.
Ulteriori informazioni si possono trovare nel sito web: http://saisd.unipv.it

RAPPRESENTANZE STUDENTESCHE

Con l'intento di offrire una figura di supporto, nella necessità di mediare un qualunque rapporto con la classe docente o semplicemente per raccogliere opinioni, critiche, richieste riguardanti l'organizzazione didattica e strutturale del Corso di Laurea, nasce il ruolo del Rappresentante degli studenti, eletto dagli studenti stessi con mandato biennale.
Per il Corso di Laurea in Fisica e per il Corso di Laurea Magistrale in Scienza Fisiche sono previsti 8 rappresentanti in Consiglio di Dipartimento di Fisica il cui mandato può essere svolto nel rispetto dei fini prefissati solo grazie ad un rapporto continuo di comunicazione e collaborazione con gli studenti.
Questi ultimi sono perciò invitati a mettersi in contatto con:

Francesco Arzani: fra.arzani@gmail.com
Nicola Bergamasco: nicola.bergamasco@gmail.com
Eugenio Di Gaetano: eugenio.digaetano47@gmail.com
Federico Faldino: federico.faldino@gmail.com
Alessia Giroletti: kiakia83@gmail.com

Edoardo Mornacchi: e.mornacchi@gmail.com
Matteo Moroni: marcmor10@gmail.com
Alessandro Ricci: alessandromari.ricci01@ateneopv.it

INCHIOSTRO, IL GIORNALE DEGLI STUDENTI

Inchiostro è il giornale ufficiale degli studenti dell'Università di Pavia. È' un'iniziativa realizzata con il contributo della commissione A.C.E.R.S.A.T. e saltuariamente dell'I.S.U. di Pavia. Collabora inoltre con il C.O.R. all'orientamento delle future matricole. Nasce nel marzo 1995 ad opera degli studenti della Facoltà di Lettere & Filosofia. Sin dai primi anni si propone di allargare la propria redazione e i propri collaboratori a tutti gli studenti dell'Ateneo Pavese. La collaborazione al giornale è aperta a tutti i membri dell'Università: studenti in primis, ma anche dottorandi, specializzandi, borsisti, ricercatori, docenti e personale tecnico-amministrativo. Studenti di tutte le idee hanno scritto, scrivono e/o collaborano per Inchiostro, il quale mantiene la sua indipendenza ed estraneità a qualsiasi controllo politico.
La periodicità del giornale è mensile compatibilmente con gli esami e i periodi festivi. Inchiostro è distribuito gratuitamente in tutti dipartimenti, le biblioteche, le sale studio dell'Ateneo ed è reperibile anche nelle maggiori librerie della città e in tutti i collegi. Lo si può trovare inoltre negli appositi dispenser collocati in diversi punti dell'Università.
Inchiostro è anche un associazione culturale e ricreativa che promuove e organizza conferenze, incontri, mostre, feste, e concorsi, aprendo le più svariate collaborazioni (Comune, Provincia, Teatro Fraschini, A.D.R.A.T., Shop-up, La Provincia Pavese, ecc.). Inoltre si occupa di bookcrossing, "liberando" per la città un libro al mese dopo averlo recensito.
Per informazioni e collaborazioni:
Web: http://inchiostro.unipv.it
Blog: http://inblostro.blogspot.com
Indirizzo: Via Mentana, 4, 27100 Pavia
Tel: 333 1950756 - 3396668523
E-mail: redazione@inchiostro.unipv.it

INDIRIZZI UTILI

Prefisso per Pavia: 0382
Informazioni telefoniche Scuole di Specializzazione - Scuole dirette a fini speciali 984276/278
Informazioni telefoniche Esami di Stato - 984279
Rettorato - Corso Strada Nuova, 65 - tel. 984202/4203
Segreteria Studenti - Via Ferrata, 1 - tel. 985947/956
Segreteria del Presidente del Corso di Laurea in Fisica
Dipartimento di Fisica - Via Bassi, 6 - tel. 987584
COR (Centro Orientamento Universitario) - Via S. Agostino, 8 - tel. 984218/210
ISU (Istituto per lo Studio Universitario) - Via Calatafimi, 11 - tel. 29275-22392
CUS (Centro Universitario Sportivo) - Via Bassi 9/A - tel. 422134-526209
Biblioteca Universitaria - Corso Strada Nuova, 65 - tel. 24764
Associazioni Studentesche - P.za L. da Vinci, 1
Coordinamento per il diritto allo studio - tel. 984395
ST.E.P. (STudenti Erasmus Pavia) - tel. 5984394
Ateneo Studenti - tel. 984396

ELENCO DEI DOCENTI

Docente	Dipartimento di afferenza	Indirizzo e-mail	N. tel. 0382…
ALTIERI SAVERIO	Fisica	saverio.altieri@pv.infn.it	987635
ANDREANI LUCIO CLAUDIO	Fisica	lucio.andreani@unipv.it	987491
BACCHETTA ALESSANDRO	Fisica	alessandro.bacchetta@unipv.it	987449
BALLARINI FRANCESCA	Fisica	francesca.ballarini@unipv.it	987949
BELLANI VITTORIO	Fisica	vittorio.bellani@unipv.it	987685
BOCA GIANLUIGI	Fisica	gianluigi.boca@pv.infn.it	987522
BORNATICI MARINO	Fisica	marino.bornatici@unipv.it	987497
BORTOLUSSI SILVA	Fisica	silva.bortolussi@pv.infn.it	987635
BORSA FERDINANDO	Fisica	ferdinando.borsa@unipv.it	987478
BRAGHIERI ALESSANDRO	INFN – Sezione di Pavia	alessandro.braghieri@pv.infn.it	987628
CAMPAGNOLI GIANCARLO	Fisica	giancarlo.campagnoli@unipv.it	987496
CANEVARI ROMANO		rc@aaug.net	
CARAVEO PATRIZIA	IASF - Milano	pat@iasf-milano.inaf.it	0223699326
CARFORA MAURO	Fisica	mauro.carfora@pv.infn.it	987443
CARRETTA PIETRO	Fisica	pietro.carretta@unipv.it	987478
COLLI PIERLUIGI	Matematica “F. Casorati”	pierluigi.colli@unipv.it	985617
CONTA CLAUDIO	Fisica	claudio.conta@pv.infn.it	987352
CORNALBA MAURIZIO	Matematica “F. Casorati”	maurizio.cornalba@unipv.it	985644
CORTI MAURIZIO	Fisica	maurizio.corti@unipv.it	987466
DAPPIAGGI CLAUDIO	Fisica	claudio.dappiaggi@pv.infn.it	987440
D’ARIANO GIACOMO	Fisica	giacomo.dariano@unipv.it	987484
DE AMBROSIS ANNA	Fisica	anna.deambrosisvigna@unipv.it	987690
DE BARI ANTONIO	Fisica	antonio.debari@pv.infn.it	987890
FALOMO LIDIA	Fisica	lidia.falomobernarduzzi@unipv.it	987461
FONTANA ANDREA	INFN – Sezione di Pavia	andrea.fontana@pv.infn.it	987991
FRATERNALI MARCO	Fisica	marco.fraternali@pv.infn.it	987433
FREGONESE LUCIO	Fisica	lucio.fregonese@unipv.it	984659
GALINETTO PIETRO	Fisica	pietro.galinetto@unipv.it	987499
GALLI MATTEO	Fisica	matteo.galli@unipv.it	987501
GEDDO MARIO	Fisica	mario.geddo@unipv.it	987503
GERACE DARIO	Fisica	dario.gerace@unipv.it	987903
GILARDI GIANNI MARIA	Matematica “F. Casorati”	gilardi@dimat.unipv.it	985642
GIROLETTI ELIO	Fisica	elio.giroletti@unipv.it	987905
GIULOTTO ENRICO	Fisica	enricovirgilio.giulotto@unipv.it	987792
GIUSTI CARLOTTA	Fisica	carlotta.giusti@pv.infn.it	987454
GUAGNELLI MARCO	INFN – Sezione di Pavia	marco.guagnelli@pv.infn.it	987449
GUIZZETTI GIORGIO	Fisica	giorgio.guizzetti@unipv.it	987494
INTROZZI GIANLUCA	Fisica	gianluca.introzzi@pv.infn.it	987522
LASCIALFARI ALESSANDRO	Università di Milano	alessandro.lascialfari@unipv.it	987483
LICCHELLI MAURIZIO	Chimica	maurizio.licchelli@unipv.it	987936
LISCIDINI MARCO	Fisica	marco.liscidini@unipv.it	987680
LISINI STEFANO	Matematica “F. Casorati”	stefano.lisini@unipv.it	985632
LIVAN MICHELE	Fisica	michele.livan@pv.infn.it	987688
MACCHIAVELLO CHIARA	Fisica	chiara.macchiavello@unipv.it	987674
MACCONE LORENZO	Fisica	lorenzo.maccone@unipv.it	987482
MARABELLI FRANCO	Fisica	franco.marabelli@unipv.it	987709
MARZUOLI ANNALISA	Matematica “F. Casorati”	annalisa.marzuoli@pv.infn.it	987442
MIGLIETTA FRANCESCO	Fisica	francesco.miglietta@pv.infn.it	987441
MIHICH LUIGI	Fisica	luigi.mihich@unipv.it	987485
MONTAGNA GUIDO	Fisica	guido.montagna@pv.infn.it	987742
MONTAGNA PAOLO	Fisica	paolo.montagna@pv.infn.it	987636
MOZZATI MARIA CRISTINA	Fisica	mariacristina.mozzati@unipv.it	987682
NANO ROSANNA	Biologia animale	rosanna.nano@unipv.it	986405
NEGRI ANDREA	Fisica	andrea.negri@pv.infn.it	987234
NICROSINI ORESTE	INFN Sezione di Pavia	oreste.nicrosini@pv.infn.it	987681
NOSENZO LUIGI	Fisica	luigi.nosenzo@unipv.it	987481
OTTOLENGHI ANDREA	Fisica	andrea.ottolenghi@mi.infn.it	987892
PASQUINI BARBARA	Fisica	barbara.pasquini@pv.infn.it	987450
PATRINI MADDALENA	Fisica	maddalena.patrini@unipv.it	987498

PEDRONI PAOLO	INFN Sezione di Pavia	paolo.pedroni@pv.infn.it	987428
PERNAZZA LUDOVICO	Matematica “F. Casorati”	ludovico.pernazza@unipv.it	985657
PERINOTTI PAOLO	Fisica	paolo.perinotti@unipv.it	987675
PICCININI FULVIO	INFN Sezione di Pavia	fulvio.piccinini@pv.infn.it	987740
PIROLA GIAN PIETRO	Matematica “F. Casorati”	gianpietro.pirola@unipv.it	985619
RADICI MARCO	INFN Sezione di Pavia	marco.radici@pv.infn.it	987451
REBUZZI DANIELA	Fisica	daniela.rebuzzi@pv.infn.it	987492
RICCARDI CRISTINA	Fisica	cristina.riccardi@pv.infn.it	987633
RIMOLDI ADELE	Fisica	adele.rimoldi@pv.infn.it	987427
ROMANO SILVANO	Fisica	silvano.romano@unipv.it	987487
RONCADELLI MARCO	INFN Sezione di Pavia	marco.roncadelli@pv.infn.it	987444
ROTONDI ALBERTO	Fisica	alberto.rotondi@pv.infn.it	987423
SACCHI MASSIMILIANO	Fisica	msacchi@unipv.it	987692
SALMISTRARO FRANCO	Fisica	franco.salmistraro@pv.infn.it	987446
SANNA SAMUELE	Fisica	samuele.sanna@unipv.it	987903
SCANNICCHIO DOMENICO	Fisica	domenico.scannicchio@pv.infn.it	987524
SCHIMPERNA GIULIO F.	Matematica “F. Casorati”	giuliofernando.schimperna@unipv.it	985654
SEGATTI ANTONIO G.	Matematica “F. Casorati”	antoniogiovanni.segatti@unipv.it	985688
TIENGO ANDREA	IUSS	andrea.tiengo@iusspavia.it	375865
VITALI ENRICO	Matematica “F. Casorati”	enrico.vitali@unipv.it	985653
VITULO PAOLO	Fisica	paolo.vitulo@pv.infn.it	987633