



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

**Facoltà di Scienze Matematiche,
Fisiche e Naturali**

GUIDA DELLO STUDENTE

**Corsi di laurea
dell'Area Fisica**

Anno Accademico 2007-2008

www.unipv.it/fisica



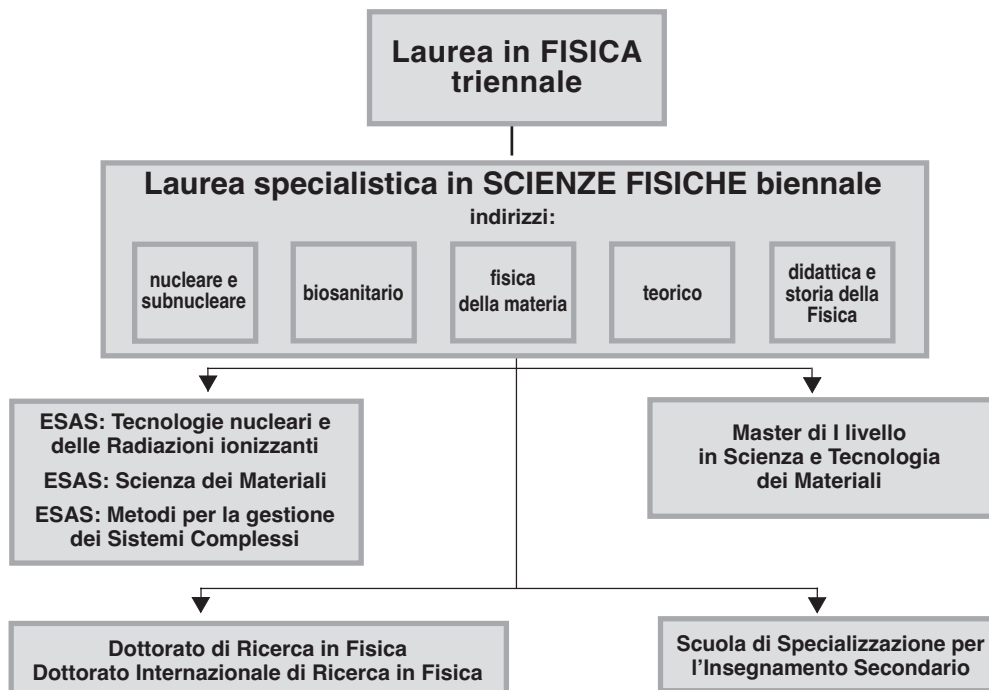
Indice

Presentazione	5
PARTE PRIMA	
Laurea in Fisica - Corso di studi triennale	7
Piano di studio consigliato	10
Lineamenti dei corsi	13
PARTE SECONDA	
Laurea specialistica in Scienze Fisiche - Corso di studi biennale	24
Curriculum di Fisica della Materia	30
Curriculum Nucleare e Subnucleare	31
Curriculum Teorico	32
Curriculum Biosanitario	34
Curriculum di Didattica e Storia della Fisica	34
Lineamenti dei corsi	36
PARTE TERZA	
Struttura e attività dei Dipartimenti Fisici	55
Dipartimento di Fisica "A. Volta"	55
Dipartimento di Fisica Nucleare e Teorica	55
Attività di ricerca scientifica	55
Biblioteca di Fisica "A. Volta"	59
Dottorato di Ricerca in Fisica	59
Istituto Universitario di Studi Superiori di Pavia	60
Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario Indirizzo Fisico-Informatico-Matematico	61
Laboratorio di Energia Nucleare Applicata (L.E.N.A.)	61
Centro Grandi Strumenti	62
Il Centro Linguistico	63
Programma Socrates/Erasmus	64
Centro Orientamento Universitario (COR)	65
Il S.A.I.S.D.	65
Rappresentanze studentesche	66
Inchiostro, il giornale degli studenti	67
Indirizzi utili	67
Elenco dei docenti e ricercatori dell'area fisica	68



PRESENTAZIONE

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



L'accesso alla Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario è consentito ai laureati nel vecchio ordinamento e a coloro che hanno conseguito la laurea specialistica biennale in Scienze fisiche.

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 specialistica in Scienze fisiche (laurea di secondo livello, biennale) che costituiscono la struttura portante dello studio della fisica.

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

La laurea specialistica si articola in differenti percorsi formativi: da quelli tradizionali rivolti alla preparazione di ricercatori e insegnanti ad altri, di nuova ideazione, rivolti al conseguimento di competenze in specifici settori applicativi.

Una peculiarità della nuova organizzazione didattica è l'introduzione del 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 l'acquisizione di 60 CFU, la laurea triennale viene conseguita con 180 CFU e quella specialistica con 300 CFU.

Come è messo in evidenza nel punto a) della presentazione del corso di laurea in Fisica, aspetto peculiare dei corsi riformati è l'attenzione rivolta all'organizzazione didattica. Essa



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. Impegno temporale e carico didattico saranno tali da consentire piani di studio individuali anche con carico superiore a quello medio e, nello stesso tempo, di consentire agli studenti in difficoltà possibilità di recupero con opportuna assistenza didattica. 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 anche nel sito web www.unipv.it/fisica. In particolare sono riportati nel sito web l'orario e le aule delle lezioni, 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 titolari di insegnamenti ufficiali, i ricercatori che coadiuvano all'attività didattica, un rappresentante del personale tecnico-amministrativo e quattro rappresentanti eletti dagli studenti. Il Consiglio Didattico è presieduto dal presidente, nominato dal Rettore su designazione del Consiglio Didattico, che si avvale della collaborazione di un vicepresidente (prof. Luigi Mihich, tel. 0382 987485, mihich@fisicavolta.unipv.it).

Per consigli sui piani di studio, gli studenti potranno rivolgersi al prof. Giorgio Zambotti (tel. 0382 987453; zambotti@pv.infn.it) e ai proff. F. Marabelli tel. 0382 987709; marabelli@fisicavolta.unipv.it) e E. Reguzzoni (tel. 0382987492; reguzzoni@fisicavolta.unipv.it). Inoltre per informazioni su possibilità di soggiorno presso Università straniere potranno consultare il prof. Franco Marabelli (tel. 0382/987709; marabelli@fisicavolta.unipv.it).

Questa edizione della Guida dello studente è stata curata da Luigi Biasi.

Un caldo ringraziamento va rivolto alla Sig.ra A.R. Mangia della Segreteria del Dipartimento di Fisica Nucleare e Teorica per la collaborazione e la stesura del dattiloscritto.

Franco Davide Pacati
Presidente del Consiglio Didattico
e-mail: pacati@pv.infn.it
tel. 0382/987455



PARTE PRIMA

LAUREA IN FISICA

CORSO DI STUDI TRIENNALE

Obiettivo principale del **Corso di laurea in Fisica** (Classe 25 - 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 Specialistica in Scienze Fisiche o da Master di I livello

Viene di seguito illustrata l'organizzazione degli studi del Corso di laurea triennale, riportando passi del Regolamento didattico (ai sensi dell'art. 12 del D.M. 509/999) approvato dal Consiglio Didattico il 26/05/2003.

Per consigli relativi all'organizzazione dei piani di studi rivolgersi al prof. Giorgio Zambotti (tel. 0382 987453; zambotti@pv.infn.it) e ai proff. F. Marabelli tel. 0382 987709; marabelli@fisicavolta.unipv.it) e E. Reguzzoni (tel. 0382987492; reguzzoni@fisicavolta.unipv.it). Inoltre per informazioni su possibilità di soggiorno presso Università straniere potranno consultare il prof. Franco Marabelli (tel. 0382/987709; marabelli@fisicavolta.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. Impegno temporale e carico didattico saranno tali da consentire piani di studio individuali anche con carico superiore a quello medio e, nello stesso tempo, di consentire agli studenti in difficoltà possibilità di recupero con opportuna assistenza didattica. 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.

I CFU ottenuti, anche se superiori a 180, potranno essere tenuti in considerazione nel proseguimento degli studi.

c) 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. Un piano di studio individuale può prevedere l'acquisizione di un numero di CFU maggiore di 180. La presentazione dei piani di studio individuali avviene secondo modalità stabilite dalla Segreteria studenti.

E' prevista anche la possibilità d'impegno negli studi a tempo parziale, per il quale gli studenti dovranno presentare piani di studio individuali con acquisizione annuale di un numero di crediti inferiore a 60. Per il conseguimento della laurea dovranno essere comunque



acquisiti almeno 180 CFU. La durata prevista del corso di studi non può superare sei anni.

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.

d) 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. Tuttavia 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.

e) 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. Nel caso di un insegnamento bimodulare la verifica dell'apprendimento può essere fatta al termine di ciascun modulo o al termine dell'intero insegnamento secondo modalità stabilite dai docenti dell'insegnamento.

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 di un modulo o insegnamento 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. Nel caso di insegnamenti bimodulari, il voto è espresso dalla media dei voti dei moduli pesata sui crediti di ciascun modulo e arrotondata al numero intero più vicino.

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.

f) Organizzazione temporale degli studi

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

<u>I semestre:</u>	01/10 – 20/01 lezioni	<u>II semestre:</u>	03/03 – 15/06 lezioni
	21/01 – 02/03 esami		16/06 – 31/08 esami
			01/09 – 30/09 esami

Il numero di appelli per sessione d'esame di ciascun insegnamento è stabilito dal Consiglio Didattico.

g) Prova finale e voto di laurea

Il Consiglio Didattico, valutato il complesso delle attività svolte dallo studente e accertate le conoscenze e competenze acquisite, tramite un tutore concorda con lo studente tipo e modalità di prova finale da sostenere, che può consistere in un opportuno tirocinio o in un lavoro di ricerca e redazione.



La prova finale della laurea (triennale) in fisica consiste nella preparazione di una relazione scritta (tesina) e nella sua esposizione e discussione di fronte a una commissione di laurea in seduta pubblica. Alla relazione scritta e alla sua esposizione e discussione non è attribuito un voto in trentesimi.

La commissione attribuisce un voto di laurea secondo i seguenti criteri. Dal totale di 175 CFU necessari per l'ammissione alla prova finale si scartano 15 CFU in corrispondenza dei voti più bassi. La media, pesata con i CFU, dei voti conseguiti nelle attività formative corrispondenti ai rimanenti 160 CFU è tradotta in centodecimi. La commissione aggiunge al punteggio così ottenuto un incremento fino a un massimo di 8 punti così composto:

1) 3 punti, se gli esami relativi a tutti gli insegnamenti sono stati sostenuti entro il 30 settembre del terzo anno di corso e la prova finale ha luogo entro il 31 ottobre immediatamente successivo, ovvero 1 punto se la prova finale ha luogo entro il 31 dicembre immediatamente successivo al 30 settembre del terzo anno di corso;

2) un ulteriore aumento fino a un massimo di 5 punti, a giudizio della commissione, valutando i seguenti elementi: a) voti conseguiti negli insegnamenti obbligatori dei settori FIS/**, b) lodi conseguite nell'intera carriera, c) qualità, esposizione e discussione della relazione scritta. Il voto finale è pari al punteggio così ottenuto, arrotondato all'unità, con massimo 110. Se il punteggio non arrotondato è superiore a 110 la commissione all'unanimità può attribuire la lode.

h) 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 può chiedere la valutazione dell'adeguatezza della propria preparazione. Tale valutazione si svolge con modalità, normalmente un colloquio, decise caso per caso dalla commissione appositamente nominata del Consiglio Didattico. Lo studente iscritto al primo anno di corso che, a seguito di valutazione personale o della valutazione della commissione, ritenga inadeguata la propria preparazione può chiedere di frequentare corsi integrativi volti ad adeguare tale preparazione. I corsi integrativi, organizzati o comunque approvati dal Consiglio Didattico, si svolgono di norma nella seconda metà del mese di settembre, prima dell'inizio delle lezioni degli insegnamenti del primo anno di corso.

i) Norme per il trasferimento degli studenti dal vecchio al nuovo ordinamento degli studi

L'iscrizione alla laurea triennale degli studenti già iscritti alla laurea quadriennale viene deliberata caso per caso dal Consiglio Didattico sulla base della congruità degli studi effettuati con il curriculum di studi della laurea triennale. Per l'attribuzione dei CFU, il Consiglio Didattico utilizza un'apposita tabella di corrispondenza fra vecchi e nuovi insegnamenti.

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

L'iscrizione alla laurea triennale 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. Il Consiglio Didattico stabilisce i criteri per l'attribuzione dei crediti.

PIANO DI STUDIO UFFICIALE

Viene descritto di seguito il piano di studio ufficiale 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 al secondo modulo o all'intero insegnamento.

Insegnamenti bimodulari	I modulo	II modulo	CFU
Informatica per la fisica	Informatica per la fisica I	Informatica per la fisica II	9
Esperimentazioni di fisica I	Misure fisiche I	Laboratorio di fisica I	9
Esperimentazioni di fisica II	Misure fisiche II	Laboratorio di fisica II	12
Meccanica e Termodinamica	Meccanica	Termodinamica	13
Elettromagnetismo onde e ottica	Elettromagnetismo I	Elettromagnetismo II, onde e ottica	14

Piano di studio ufficiale

1° anno	1° semestre	CFU
	Concetti di analisi matematica di base	8
	Algebra lineare e geometria	10
	Informatica per la fisica I	4
	Misure fisiche I	4
	Lingua inglese	4
	totale	30
	2° semestre	
	Strumenti di analisi matematica di base	7
	Informatica per la fisica II	5
	Laboratorio di fisica I	5
	Meccanica	8
	Termodinamica	5
	totale	30
2° anno	1° semestre	CFU
	Complementi di analisi matematica di base	5
	Elettromagnetismo I	8
	Misure fisiche II	4
	Meccanica razionale e analitica	8
	In alternativa <i>Equazioni differenziali e sistemi dinamici</i> <i>Tecniche digitali di acquisizione dei dati</i>	5
	totale	30

2° semestre

Chimica	6
Elettromagnetismo II, Onde e ottica	6
Laboratorio di fisica II	8
Metodi matematici della fisica I	5
Introduzione alla fisica moderna	5
totale	30

3° anno 1° semestre CFU

Meccanica quantistica	10
Metodi matematici della fisica II	5
Laboratorio di fisica III	5
Introduzione alla fisica nucleare	5
Insegnamento a scelta (*)	5
totale	30

2° semestre

Struttura della materia	10
Introduzione alla fisica subnucleare	5
Insegnamento a scelta (*)	5
Insegnamento a scelta (*)	5
Prova finale	5
totale	30

(*) Almeno uno di questi insegnamenti deve essere scelto dall'elenco che segue. I due rimanenti possono essere scelti tra tutti quelli attivati presso l'Università di Pavia o, purché riconosciuti dalla Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali, presso altre istituzioni. Il totale dei CFU degli insegnamenti a scelta deve comunque essere almeno 15.

<i>Denominazione</i>	<i>settore s.d</i>	<i>CFU</i>	<i>semestre</i>
Elettrodinamica e relatività	FIS/02	5	I
Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	5	I
Fisica delle radiazioni ionizzanti	FIS/04	5	I
Introduzione all'astronomia	FIS/05	5	I
Laboratorio di fisica quantistica I	FIS/01	5	I
Ottica	FIS/01	5	I
Ottica quantistica	FIS/03	5	I
Preparazione di esperienze didattiche	FIS/08	5	I
Radioattività I	FIS/04	5	I
Storia della relatività e della meccanica quantistica	FIS/08	5	I
Tecniche digitali di acquisizione dei dati	FIS/01	5	I
Complementi di fisica di base	FIS/08	5	II
Elettronica fisica	FIS/03	5	II
Introduzione alla fisica dei plasmi	FIS/03	5	II



Introduzione alla fisica dei solidi	FIS/03	5	II
Meccanica statistica I	FIS/02	5	II
Metodi computazionali della Fisica	FIS/02	5	II
Proprietà ottiche dei solidi	FIS/03	5	II
Struttura dei nuclei	FIS/04	5	II
Tecnologie fisiche e beni culturali	FIS/07	5	II

È possibile acquisire fino ad un massimo di 5 CFU mediante attività formative. I crediti acquisibili con le attività formative devono essere inseriti nei piani di studio in alternativa a quelli acquisibili con insegnamenti a scelta.

Per informazioni sugli insegnamenti impartiti presso i collegi universitari, rivolgersi a:

- Collegio Ghislieri, tel. 0382/37861
- Collegio Borromeno, tel. 0382/3951
- Collegio Santa Caterina da Siena, tel. 0382/33423
- Collegio Nuovo, tel. 0382/526372



LINEAMENTI DEI CORSI

I programmi degli insegnamenti impartiti nel corso di Laurea sono riportati di seguito, in ordine alfabetico.

ALGEBRA LINEARE E GEOMETRIA (MAT/03)

G. P. Pirola

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.

Argomenti trattati: -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. Prodotti scalari, matrici ortogonali- teorema spettrale. Geometria analitica: Rette e piani nello spazio, esempi di curve e superficie (coniche, coni e cilindri). Classificazione delle coniche e delle quadriche.

CHIMICA (CHIM/03)

M. Licchelli

La struttura dell'atomo. La forma degli orbitali atomici. Atomi poli-elettronici: il riempimento degli orbitali atomici. La tavola periodica degli elementi. Proprietà periodiche. La massa degli atomi e la mole. Il legame chimico. 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. Composti di coordinazione. Solubilità dei sali e reazioni di precipitazione. Equilibri di ossido-riduzione. Celle voltaiche e potenziali di elettrodo. L'equazione di Nernst. Scambi di energia nelle reazioni di equilibrio. Proprietà chimiche dell'idrogeno, dell'ossigeno, dell'acqua, e dei principali composti del silicio e del carbonio.

COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA DI BASE (MAT/03)

G. A. Pozzi

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, integrale di Lebesgue e cenni di teoria della misura, massimi e minimi vincolati, teoremi della funzione implicita e della funzione inversa, teoria del potenziale.

Per ogni argomento verrà presentata una trattazione teorica e verranno proposti esempi e esercizi.

Testi consigliati:

G. Gilardi: Analisi matematica di base, McGraw-Hill, 2001;

N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone: Elementi di analisi matematica due, Liguori Editore.



COMPLEMENTI DI FISICA DI BASE (FIS/08)

A. De Ambrosis

Modulo A. Relatività Speciale: introduzione allo 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; rappresentazione grafica dello spazio-tempo e linee d'universo; momento-energia: conservazione, invarianza e sue conseguenze; massa di un sistema di particelle: creazione di particelle, fissione, fusione annichilazione.

Modulo B. Introduzione alla Fisica Statistica: descrizione statistica dei sistemi di particelle; interazione termica, definizione di entropia; confronto tra descrizione termodinamica e descrizione statistica; distribuzione canonica e sue conseguenze: la distribuzione di Maxwell delle velocità, il teorema di equipartizione e applicazioni; principi fondamentali della termodinamica statistica.

Testi consigliati

E. F. Taylor, J. A. Wheeler: Fisica dello Spazio Tempo, Zanichelli;

F. Reif: Fisica Statistica - La fisica di Berkeley, Zanichelli.

CONCETTI DI ANALISI MATEMATICA DI BASE (MAT/03)

G. Gilardi, A. Pratelli

Successioni e serie di numeri reali. Limiti e continuità per funzioni di una o più variabili. Differenziabilità e derivate ordinarie, direzionali e parziali; prime applicazioni. Integrali per funzioni per una o più variabili.

ELETTRODINAMICA E RELATIVITÀ (FIS/02)

M. Carfora

Il corso si propone di discutere la formulazione quadridimensionale della relatività speciale e dell'elettromagnetismo fornendo i prerequisiti indispensabili per un successivo corso di relatività generale. Le basi fisiche della teoria vengono presentate introducendo parallelamente il necessario formalismo matematico (analisi tensoriale e rappresentazioni del gruppo di Lorentz).

ELETTROMAGNETISMO, ONDE E OTTICA (FIS/01)

A. Piazzoli

I e II modulo: ELETTROMAGNETISMO

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.

III modulo: ONDE E OTTICA

Fenomeni ondulatori, elettromagnetici e non, nel vuoto e in mezzi dispersivi. Ottica fisica: polarizzazione, interferenza, diffrazione, birifrangenza.

Testo consigliato

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



ELETTRONICA FISICA (FIS/03)

M. Corti

Il corso ha lo scopo di fornire le conoscenze di base nel campo dell'elettronica digitale, della strumentazione digitale di misura e dei calcolatori elettronici. Dopo aver introdotto i principi dell'algebra Booleana, dei circuiti logici e le problematiche relative all'analisi ed alla sintesi delle funzioni di commutazione particolare attenzione sarà rivolta alle reti sequenziali e combinatorie che costituiscono un Personal Computer (CPU, Memorie a semiconduttore, Dispositivi di I/O). Le modalità di funzionamento di questi dispositivi, il flusso digitale dei dati, le tecniche di gestione delle periferiche e dell'I/O, saranno analizzati sperimentalmente mediante schede interne/esterne di acquisizione dati, analizzatori di stati logici e Personal Computer in ambiente LABVIEW.

In biblioteca sono disponibili le fotocopie dei lucidi relative alle lezioni.

Testi consigliati

W. Kleitz: Digital Electronics;

J. Millman A. Grabel: Microelettronica;

Sedra-Smith: Microelectronic circuits.

EQUAZIONI DIFFERENZIALI (MAT/05)

E. Vitali

Il corso si propone di fornire una trattazione introduttiva dell'importante capitolo delle equazioni differenziali ordinarie.

Contenuti:

1) Teoria generale. Cenni sugli spazi metrici e sugli spazi vettoriali normati. Teorema di Ascoli. Teorema delle contrazioni. Introduzione alle equazioni differenziali ordinarie. Problema di Cauchy. Teorema di esistenza di Peano. Teorema di esistenza e unicità di Cauchy. Prolungamento delle soluzioni. Soluzioni massimali. Esistenza "in grande". Dipendenza continua dai dati iniziali. Tecniche di risoluzione per alcuni tipi particolari di equazioni. Studi qualitativi di equazioni scalari.

2) Equazioni e sistemi lineari. Sistemi di equazioni differenziali lineari del primo ordine. Equazioni lineari di ordine superiore al primo.

3) Cenni alla teoria della stabilità.

Prerequisiti:

Analisi matematica di base e algebra lineare.

Testi utili:

G. Schimperna: "Equazioni differenziali e sistemi dinamici", dispensa a.a. 2006/07 (scaricabile)

S. Salsa, A. Squellati: "Esercizi di Analisi Matematica 2" - Parte Terza, Equazioni Differenziali Ordinarie, Zanichelli.

ESPERIMENTAZIONI DI FISICA I (FIS/01)

M. Fraternali

I modulo: MISURE FISICHE I

Principi fondamentali di metodologia della misura, dell'analisi dei dati e della stima delle incertezze sperimentali. Concetti di statistica necessari alla comprensione del trattamento dei dati e degli errori.

Il modulo: LABORATORIO DI FISICA I

La forza elastica. Oscillazioni e onde. Esperienze di laboratorio con applicazioni dei concetti teorici.

Testo consigliato per il I modulo

John Taylor: Introduzione all'analisi degli errori, Ed. Zanichelli.



Testo consigliato per il II modulo
Rosati: Fisica Generale, Ed. Ambrosiana – Milano.
Sono inoltre disponibili dispense.

ESPERIMENTAZIONI DI FISICA II (FIS/01)

A. Rotondi

I modulo: MISURE FISICHE II

Calcolo delle probabilità: algebra delle probabilità, principali distribuzioni di probabilità, caso di più variabili (cenni), funzioni di variabile casuale (cenni). Statistica: le principali stime statistiche ed elementi di verifica delle ipotesi. Analisi dei dati: incertezze di tipo sistematico e statistico, propagazione degli errori, presentazione dei risultati degli esperimenti di fisica.

II modulo: LABORATORIO DI FISICA II

Circuiti elettrici fondamentali comprendenti elementi passivi e attivi, lineari e non lineari: dal partitore resistivo a un radoricevitore AM. Misura della velocità della luce. Esercitazioni in un laboratorio attrezzato professionalmente.

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.

INFORMATICA PER LA FISICA (FIS/01)

G. Boca

I modulo: INFORMATICA PER LA FISICA I

- 1) Numerazione binaria, ottale, esadecimale.
- 2) Introduzione al sistema operativo UNIX: a) fondamentali, b) text editing, c) comandi per il file management, d) comandi di monitor ed utilizzazione delle risorse del computer, e) shell scripting, f) text processing.
- 3) Introduzione alla programmazione col C.
- 4) Introduzione alla programmazione col Fortran 77.

Dispense disponibili sul sito <http://www.pv.infn.it/~boca> (Unix e Perl) e sul sito <http://www.pv.infn.it/~fontana/CorsoC> per la parte di C.

A. Rimoldi

II modulo: INFORMATICA PER LA FISICA II

Introduzione al linguaggio C++ come evoluzione del linguaggio C.

Introduzione alla programmazione ad oggetti: classi, ereditarietà, polimorfismo. Cenni allo 'Unified Model Language' (UML). Classi template. La Standard Template Library. Design pattern. Introduzione al linguaggio HTML e Java con applicazioni ed esempi.

Le dispense (in formato word), le trasparenze delle lezioni (in formato powerpoint) e le informazioni relative al corso sono raggiungibili dalla pagina web: www.pv.infn.it/~rimoldi/



INTRODUZIONE ALL'ASTRONOMIA (FIS/05)

A. De Luca

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 PLASMI (FIS/03)

M. Bornatici

Fisica di base del plasma, quarto stato della materia. Plasmi in astrofisica e in laboratorio. Il problema della fusione termonucleare.

Testo consigliato

F.F.Chen, Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion, Plenum Press, New York, 2nd ed., 1984, vol.1. Sono inoltre disponibili dispense.

INTRODUZIONE ALLA FISICA DEI SOLIDI (FIS/03)

F. Marabelli

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.

Testo consigliato

C.Kittel, Introduzione alla Fisica dello Stato Solido (Boringhieri)

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)

S. Boffi

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 non relativistica di uso corrente in fisica moderna. Analisi degli effetti quantistici in alcuni esempi di fenomeni fisici.

Dispense disponibili al sito: www.pv.infn.it/~boffi/moderna.html



INTRODUZIONE ALLA FISICA NUCLEARE (FIS/04)

F. Pacati

Radioattività: decadimenti alfa, beta e gamma. Esperienza di Rutherford: il nucleo. Acceleratori nucleari. Strumenti e metodi nucleari. Reazioni nucleari: reazioni con neutroni, fissione e fusione. Reattori nucleari. Effetti biologici della radiazione. Forze e modelli nucleari.

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. La dinamica delle interazioni fondamentali elettromagnetiche, deboli, forti 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*, 2006, FNT/DD
- b) D. Griffith, *Introduction to Particles Physics*, Wiley
- c) D. H. Perkins, *Introduction to high energy physics*, 2000, Addison-Wesley

LABORATORIO DI FISICA III (FIS/01)

G. Guizzetti

Richiami di teoria delle reti elettriche. Generalità sui semiconduttori. Aspetti fondamentali dei dispositivi elettronici e delle loro proprietà circuitali: diodi a giunzione, transistor bipolare a giunzione, transistor a effetto di campo, amplificatori operazionali. Esercitazioni pratiche su circuiti elementari e mediante programmi di simulazione.

Testo consigliato

A.S. Sedra, K.C. Smith, *Circuiti per la microelettronica*, Ed. Ingegneria 2000, Roma 1996.

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 Frank-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-deuterio e determinazione del rapporto di massa idrogeno-deuterio); spin nucleare (introduzione alla Risonanza Magnetica Nucleare).

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 (quest'ultima attraverso il linguaggio di programmazione grafica LabView).

Dispense.

LINGUA INGLESE (L-LIN/12)

G. Bendelli

Scopo dell'insegnamento della Lingua inglese è sviluppare l'abilità specifica di comprensione dei testi scritti di argomento scientifico insieme al conseguimento di una più ampia



competenza comunicativa.

Il corso si articola in lezioni frontali tenute dalla docente, esercitazioni svolte dai CEL (Colaboratori ed Esperti Linguistici madrelingua) e seminari didattici svolti da coadiutori alla didattica nominati dalla Facoltà.

Gli argomenti trattati comprendono: principali argomenti sintattici e grammaticali; lessico specifico; simboli matematici fondamentali; principali argomenti della fisica

Testo consigliato

G. Bendelli, English from Science, Selecta Media, Pavia, 2005

MECCANICA E TERMODINAMICA (FIS/01)

I modulo: MECCANICA

F. Borsa

Meccanica classica newtoniana: cinematica del punto, dinamica del punto, moti relativi, dinamica dei sistemi di punti materiali, gravitazione, dinamica e statica del corpo rigido, proprietà meccaniche dei fluidi. 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

Vengono illustrati i fondamenti della termodinamica classica. Termometria, calorimetria. Equazioni di stato e trasformazioni di un sistema termodinamico. Gas perfetti e gas reali. Primo e secondo principio, proprietà di energia ed entropia, terzo principio. Il problema fondamentale della termodinamica, stati d'equilibrio, variabili estensive ed intensive, potenziali termodinamici, relazioni di Maxwell e cenni alle transizioni di fase. Teoria cinetica dei gas e cenni di Termodinamica statistica. Il corso comprende esercitazioni in cui vengono presentati e risolti problemi semplici.

Testo consigliato

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

MECCANICA QUANTISTICA (FIS/02)

A. Rimini

Principi della meccanica quantistica non relativistica dei sistemi di particelle prive o dotate di spin. Applicazione a sistemi fisici semplici. Sviluppi formali della teoria. Metodi approssimati e loro applicazioni. Processi di diffusione, di radiazione e di decadimento.

Appunti relativi alle lezioni al sito:

http://www.pv.infn.it/~rimini/Meccanica_quantistica/MeccanicaQuantistica0506/Tavole0506.html

MECCANICA RAZIONALE E ANALITICA (MAT/07)

L. Biasi

Principi fondamentali. Vincoli. Coordinate Lagrangiane. Leggi di conservazione per una particella. Movimento di una particella libera e di una particella vincolata. Leggi di conservazione per un sistema di particelle. Principio dei lavori virtuali e di D'Alembert. Principi variazionali ed equazioni di Lagrange. Leggi di conservazione nella meccanica lagrangiana. Costanti di moto e proprietà di simmetria. Sistemi rigidi. Sistemi non inerziali. Equazioni di Hamilton. Leggi di conservazione nella meccanica hamiltoniana. Trasformazioni canoniche. Invarianti integrali, parentesi di Lagrange e di Poisson. Teoria di Hamilton-Jacobi.



Testi consigliati

- L.Biasi: "Meccanica Razionale ed Analitica" www.pv.infn.it/~biasi/dispense/index.html
A.Magni: "Esercizi di Meccanica Razionale ed Analitica" www.pv.infn.it/~biasi/Eserciziario.pdf
H.Goldstein: "Meccanica Classica" - Zanichelli 1971
M.G.Kalkin: "Lagrangian and Hamiltonian Mechanics" World Scientific 1996
M.R.Spiegel: "Theoretical Mechanics" Shaum's Outline Series 1967
M.G.Kalkin: "Lagrangian and Hamiltonian Mechanics : solutions to the exercises " World Scientific 1999
K.Kotkin,S.Serbo: "Collection of problems in classical mechanics" Pergamon Press 1971

MECCANICA STATISTICA I (FIS/02)

G. Zambotti

Il corso illustra i fondamenti concettuali e i principali metodi matematici della meccanica statistica di equilibrio (classica e quantistica), con richiami di termodinamica e con applicazioni a sistemi ideali (classici e quantistici) e al modello di Ising. Gli argomenti illustrati nel corso saranno raccolti in una dispensa, disponibile per essere fotocopiata.

METODI COMPUTAZIONALI DELLA FISICA (FIS/02)

O. Nicosini

Il corso si propone di fornire un'introduzione ai principali algoritmi utilizzati nella soluzione numerica di problemi di fisica, sia classica che quantistica. 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 Monte Carlo. Cenni a tecniche di soft computing (reti neurali, algoritmi genetici). Illustrazione dei metodi attraverso l'analisi di problemi di particolare interesse fisico.

METODI MATEMATICI DELLA FISICA I (FIS/02)

F. Salmistraro

Il corso ha due obiettivi.

- 1) Integrare i programmi dei precedenti corsi di analisi matematica sviluppando la teoria delle funzioni analitiche ed applicandola al calcolo di integrali curvilinei.
- 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 chiusi, rappresentazione di funzionali lineari continui, prime proprietà degli operatori lineari.

METODI MATEMATICI DELLA FISICA II (FIS/02)

F. Capuzzi

Nella prima parte del corso si forniscono elementi di teoria delle distribuzioni: operazioni su distribuzioni, rappresentazione come derivate di funzioni continue, trasformate di Fourier di distribuzioni temperate, carattere distribuzionale delle funzioni d'onda della meccanica quantistica. Gli strumenti distribuzionali, essenziali in molti campi della fisica e della matematica, trovano impiego anche nella seconda parte del corso che presenta la teoria degli operatori lineari in spazi di Hilbert di dimensione infinita. Sono trattati: operatori limitati e non limitati, operatore aggiunto, classi di operatori (simmetrici, autoaggiunti, unitari, isometrici, di proiezione, chiusi), operatori differenziali ed integrali di interesse fisico.

Dispense



OTTICA (FIS/01)

P. Galinetto

Il programma verrà sviluppato sia in aula che tramite attività di laboratorio e riguarderà i seguenti argomenti: natura della luce; sorgenti di luce e rivelatori (produzione e misura di luce); luce laser (produzione, caratteristiche, utilizzi); metodi per modificare la geometria di un fascio ottico; metodi per modificare l'intensità e la composizione spettrale di un fascio ottico (fenomeni di assorbimento, filtri ottici, misure di spettri di assorbimento); metodi per modificare la polarizzazione di un fascio ottico (polarizzazione della luce, materiali birifrangenti, lamine di ritardo); fenomeni di interferenza e diffrazione e loro utilizzo nella strumentazione scientifica. L'attività di laboratorio riguarderà in particolare la realizzazione di esperimenti con luce laser per illustrare il ruolo degli elementi ottici in applicazioni di ricerca e industriali.

OTTICA QUANTISTICA (FIS/03)

L. Maccone

Il corso fornisce nozioni di meccanica quantistica della radiazione finalizzate alla comprensione di esperimenti attuali di meccanica quantistica e quantum information. Argomenti trattati sono:

campo quantizzato, stati coerenti e squeezed, funzioni di Wigner, amplificazione e perdita quantistica e derivazione della master equation, equazione di Fokker Planck, generazione di stati entangled, il beam splitter, misura omodina ed eterodina, misura congiunta di osservabili non commutanti, misura della fase, tomografia quantistica omodina, teletrasporto quantistico a variabili continue.

E' consultabile il sito www.meccanicaquantistica.it, alla voce educational.

Testo consigliato

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

PREPARAZIONE DI ESPERIENZE DIDATTICHE (FIS/08)

L. Borghi

Il corso offre la possibilità di acquisire completa familiarità nell'impiego di apparecchiature didattiche tradizionali e di strumenti innovativi quali i dispositivi MBL (Microcomputer-Based Laboratory). Gli studenti svolgono una intensa attività di laboratorio, esaminano strategie efficaci di insegnamento degli argomenti di fisica su cui la ricerca didattica segnala difficoltà di apprendimento da parte di alunni della scuola secondaria superiore e progettano interventi per il superamento di tali difficoltà.

Testo consigliato

Arnold B. Arons, Guida all'insegnamento della fisica, Zanichelli.

PROPRIETÀ OTTICHE DEI SOLIDI (FIS/03)

E. Reguzzoni

Il corso, propedeutico ai corsi di Struttura della materia, Stato solido, Materiali, Semiconduttori, può studiare i seguenti argomenti: onde elettromagnetiche e costanti ottiche ed elettriche, proprietà ottiche di solidi cristallini, vibrazioni reticolari e stati elettronici, caratterizzazione ottica di semiconduttori, dati e apparati sperimentali. Il programma del corso può tenere conto delle esigenze culturali dello studente.



RADIOATTIVITÀ I (FIS/04)

G. Bendiscioli

Caratteristiche energetiche e statistiche dei fenomeni radioattivi. Panoramica dei nuclei stabili e instabili. Fenomenologia dei vari tipi di decadimento radioattivo. Radioattività naturale cosmogenica e primordiale. Radiodatazione. Effetti biologici delle radiazioni. Decadimenti esotici. Misura della massa del neutrino. Radioattività e relatività. Caratteristiche generali delle interazioni elettromagnetica, forte e debole. Teoria quantistica del decadimento alfa. Teoria di Fermi del decadimento beta.

Testi consigliati

G. Bendiscioli, Fenomeni radioattivi e dintorni, La Goliardica Pavese; G. Bendiscioli e A. Panzarasa, La datazione con il radiocarbonio, La Goliardica Pavese.

STORIA DELLA RELATIVITÀ E DELLA MECCANICA QUANTISTICA (FIS/08)

F. Bevilacqua

Spazio relazionale ed assoluto. Il principio di relatività in Galileo. Relatività e spazio assoluto in Newton. Il riferimento privilegiato in ottica ed elettromagnetismo: il problema del "vento d'etere". Faraday e l'interpretazione relativistica dell'induzione. Maxwell e l'etere. Mach e la critica del meccanicismo newtoniano. L'esperienza di Michelson Morley e l'interpretazione di Lorentz. La teoria della relatività speciale di Einstein. Equivalenza massa-energia. La formalizzazione di Minkowski. Induzione unipolare in Lorentz ed Einstein. Il principio di equivalenza. Il tortuoso percorso verso la relatività generale.

Lo spettro della radiazione di corpo nero. L'introduzione della "Naturcostante h". L'ipotesi dei quanti di radiazione. La teoria di Einstein del calore specifico. L'atomismo agli inizi del Novecento. L'affermazione del modello quantistico di atomo. La vecchia teoria dei quanti. La nascita di una nuova meccanica. La nascita della meccanica delle matrici. La nascita della meccanica ondulatoria.

Testi consigliati

A. Einstein e L. Infeld: L'evoluzione della fisica, Torino, Boringhieri
G. Tagliaferri: Storia della fisica quantistica, Milano, Franco Angeli
A. Pais: Sottile è il Signore, Torino, Boringhieri

STRUMENTI DI ANALISI MATEMATICA DI BASE (MAT/03)

G. Gilardi, A. Pratelli

Sviluppo teorico di concetti basilari dell'analisi matematica: limiti e continuità, differenziabilità e derivate, integrali di vari tipi. Tecniche di calcolo che discendono dai risultati teorici.

STRUTTURA DEI NUCLEI (FIS/04)

F.D. Pacati

Si studia la struttura dei nuclei considerandone sia le proprietà globali, che quelle di singola particella e collettive e mettendo in luce le principali caratteristiche dell'interazione che le produce. Si identificano e si utilizzano gli strumenti teorici che permettono di descrivere e calcolare tali proprietà. Vengono illustrate le reazioni nucleari che producono la relativa fenomenologia.

Testo consigliato

A. deShalit, H. Feshbach - Theoretical Nuclear Physics , vol. I: Nuclear, Structure. Cap. I.



STRUTTURA DELLA MATERIA (FIS/03)

P. Carretta

Aspetti principali della struttura microscopica di atomi, molecole e solidi cristallini. Atomi a più elettroni in campi elettrici e magnetici. Formazione del legame molecolare e delle bande di energia nei solidi. Vibrazioni reticolari. Proprietà termodinamiche, elettriche e magnetiche della materia.

Testo consigliato

A. Rigamonti, P. Carretta: Structure of Matter, Springer

TECNICHE DIGITALI DI ACQUISIZIONE DEI DATI (FIS/01)

M. Corti

Modalità operative e principi di funzionamento della strumentazione di misura digitale e dei sistemi digitali per l'acquisizione e l'elaborazione dei segnali. Segnali campionati e tecniche per la conversione numerica dei segnali analogici. Acquisizione ed elaborazione dati mediante Personal Computer (PC) in ambiente di programmazione grafica (LABVIEW-National Instruments). Algoritmi per il controllo automatico, mediante interfaccia GPIB e/o RS232 e PC, di strumentazione di misura e collaudo (generatori di segnale, voltmetri, multimetri, oscilloscopi digitali). Tecniche digitali per la riduzione del rumore elettrico nel dominio del tempo e della frequenza. Misure automatiche di grandezze fisiche.

Sono disponibili sul server dei laboratori didattici i VI di Labview relativi agli argomenti delle Lezioni. In biblioteca sono inoltre disponibili le fotocopie dei lucidi relativi alla parte teorica del corso.

TECNOLOGIE FISICHE E BENI CULTURALI (FIS/07)

C.B. Azzoni

Metodologie fisiche per la determinazione della cronologia e la verifica di autenticità e di attribuzione di beni culturali. Decadimento radioattivo (radiocarbonio, potassio-argon, serie dell'uranio); effetti cumulativi delle radiazioni (foto-luminescenza e termoluminescenza, risonanza di spin elettronico, tracce di fissione); variazioni del campo magnetico terrestre (datazione archeomagnetica).



PARTE SECONDA

LAUREA SPECIALISTICA IN SCIENZE FISICHE CORSO DI STUDI BIENNALE

Viene presentata l'organizzazione degli studi per la Laurea specialistica in Scienze Fisiche (Classe 20/S-Fisica) di durata biennale, riportando passi del Regolamento didattico (ai sensi dell'art. 12 del D.M. 509/999 del D.M. 28/11/2000) approvato dal Consiglio di Facoltà in data 28/05/2003. Per consigli relativi all'organizzazione dei piani di studi, rivolgersi al prof. Giorgio Zambotti (tel. 0382 987453; zambotti@pv.infn.it) e ai proff. F. Marabelli tel. 0382 987709; marabelli@fisicavolta.unipv.it) e E. Reguzzoni (tel. 0382987492; reguzzoni@fisicavolta.unipv.it). Inoltre per informazioni su possibilità di soggiorno presso Università straniere potranno consultare il prof. Franco Marabelli (tel. 0382/987709; marabelli@fisicavolta.unipv.it).

a) Obiettivi dell'organizzazione degli studi

Obiettivo principale della laurea specialistica 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 essere ammesso al corso di laurea specialistica in Scienze fisiche lo studente deve essere in possesso di un diploma di laurea secondo l'ordinamento stabilito dal D. M. 509/99 o secondo gli ordinamenti precedentemente in vigore o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto equipollente secondo le norme vigenti. È ammessa l'iscrizione dello studente non ancora laureato sotto la condizione che consegua la laurea entro il 1 marzo 2008.

Lo studente deve anche possedere requisiti curriculari corrispondenti alle seguenti competenze: buona conoscenza di base dei diversi settori della fisica classica e moderna; familiarità con il metodo scientifico di indagine e con la costruzione e verifica di modelli; adeguate competenze operative e di laboratorio; adeguata conoscenza di strumenti matematici; capacità di operare professionalmente in ambiti di ricerca fondamentale e applicata; adeguata conoscenza della lingua inglese; adeguate competenze per la gestione dell'informazione. Lo studente deve infine possedere un'adeguata preparazione personale.

L'accertamento del possesso dei requisiti curriculari ha luogo attraverso la prevalutazione effettuata da una commissione nominata dal consiglio didattico. Lo studente deve presentare alla Segreteria Studenti la domanda di prevalutazione entro la data indicata dal bando. La domanda deve essere accompagnata dalla necessaria documentazione degli studi compiuti. La prevalutazione può concludersi con i seguenti esiti:

- a) requisiti curriculari sufficienti senza necessità di verifica dell'adeguatezza della preparazione personale,
- b) requisiti curriculari sufficienti con necessità di verifica dell'adeguatezza della preparazione personale,
- c) requisiti curriculari con debiti formativi (che di norma non possono superare 30 CFU) e con necessità di verifica dell'adeguatezza della preparazione personale,
- d) requisiti curriculari insufficienti per l'ammissione.



Rientrano nel caso a) gli studenti che, avendo seguito un piano di studio conforme al piano di studio ufficiale, hanno conseguito la laurea in Fisica presso l'Università di Pavia con voto di almeno 92/110.

Rientrano nel caso b) gli studenti che, avendo seguito un piano di studio conforme al piano di studio ufficiale, hanno conseguito la laurea in Fisica presso l'Università di Pavia con voto inferiore a 92/110 e gli studenti che, essendo iscritti nell'anno accademico 2006/07 al corso di laurea in Fisica presso l'Università di Pavia con un piano di studio conforme al piano di studio ufficiale, non hanno ancora conseguito la laurea all'atto della presentazione della domanda di prevalutazione.

Tutti gli altri studenti rientrano nei casi b), c) o d).

La commissione comunica l'esito a tutti gli studenti prevalutati entro la data indicata dal bando.

Lo studente per il quale la prevalutazione ha stabilito la necessità della prova di ammissione deve presentare alla Segreteria Studenti domanda di iscrizione alla prova entro la data indicata dal bando. La prova è orale e avrà luogo davanti alla stessa commissione che ha effettuato la prevalutazione il giorno 1 ottobre 2007 presso la sede dei dipartimenti fisici, via Bassi 6.

La prova può concludersi con i seguenti esiti:

- a) ammissione senza debiti formativi,
- b) ammissione con debiti formativi (di norma non superiori a 30 CFU),
- c) non ammissione.

I debiti formativi stabiliti in via definitiva in sede di verifica dell'adeguatezza della preparazione personale possono differire dai debiti previsti in sede di prevalutazione.

Lo studente, essendosi sottoposto alla prevalutazione e avendo superato la prova di verifica dell'adeguatezza della preparazione personale ove necessaria, deve presentarsi alla Segreteria Studenti entro la data indicata dal bando per sottoscrivere la domanda di immatricolazione. Lo studente non ancora laureato deve ugualmente sottoscrivere la domanda di immatricolazione entro tale data e l'immatricolazione avrà corso solo se lo studente consegnerà la laurea entro il 1 marzo 2008.

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

Di norma 1 CFU (equivalente a 25 ore complessive di lavoro) è costituito da otto ore accademiche (di 45 minuti) di lezione frontale e da altre diciannove ore complessive 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.

Ogni insegnamento è costituito da uno o più moduli a ognuno dei quali è attribuito un definito numero di CFU come indicato nel punto i). 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 specialistica è conseguita con l'acquisizione di 120 CFU, come specificato al successivo punto i), oltre ai 180 CFU conseguiti con la laurea di primo livello. Il conseguimento della laurea specialistica implica il conseguimento di complessivi 300 CFU.

Eventuali CFU conseguiti in eccedenza ai 180 previsti per il conseguimento della laurea di primo livello possono essere riconosciuti ai fini della laurea specialistica, se congruenti con il curriculum di studi scelto.

I CFU ottenuti, anche in eccedenza a 300, potranno essere tenuti in considerazione nel



proseguimento degli studi.

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.

E' prevista anche la possibilità d'impegno negli studi a tempo parziale, per il quale gli studenti devono presentare piani di studio individuali con acquisizione annuale di un numero di crediti inferiore a 60. Per il conseguimento della laurea dovranno essere comunque acquisiti almeno 300 CFU. La durata prevista del corso di studi non può superare quattro anni.

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. Tuttavia 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 5 CFU.

Le lezioni si svolgono in due periodi di circa 13-14 settimane utili ciascuno, convenzionalmente chiamati "semestri", e gli esami in tre periodi, detti "sessioni", come indicato nella seguente tabella:

<u>I semestre</u> :	10/10 – 27/01	lezioni
	28/01 – 29/02	esami

<u>II semestre</u> :	01/03 – 15/06	lezioni
	16/06 – 31/08	esami
	01/09 – 30/09	esami

Il numero di appelli per sessione d'esame è di norma due.

A scelta dei singoli docenti, la verifica dell'apprendimento di un modulo 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, la sufficienza corrispondendo a un voto superiore o uguale a 18/30.

Il voto dell'esame non ha alcuna relazione con il numero di CFU associato all'insegnamen-



to e il numero di CFU dell'insegnamento è acquisito se il voto è di sufficienza.

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 specialista 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, valutata la dissertazione, l'esposizione e la discussione, esprime un giudizio di attribuzione dei CFU relativi alla prova finale, senza per questa esprimere alcun voto. Se tale giudizio è positivo, la prova finale si intende superata e il titolo accademico è conferito. La commissione attribuisce poi un voto di laurea secondo i seguenti criteri. Dal totale di 120 CFU da conseguire nell'ambito del corso di laurea specialistica si tolgono 40 CFU relativi alla prova finale e si scartano 5 CFU in corrispondenza del voto più basso. La media, pesata con i CFU, dei voti conseguiti nelle attività formative corrispondenti ai rimanenti 75 CFU è riportata in centodecimi. La commissione aggiunge al punteggio così ottenuto un incremento fino a un massimo di 10 punti così composto: 1) 2 punti se la prova finale della laurea specialistica ha luogo entro il mese di aprile immediatamente successivo al 30 settembre del secondo anno di corso; 2) un ulteriore incremento fino a un massimo di 2 punti, a giudizio della commissione, valutando l'intera carriera universitaria con particolare riferimento al voto della laurea di primo livello e alle lodi conseguite; 3) un ulteriore incremento fino a un massimo di 6 punti valutando i seguenti elementi: a) qualità del lavoro per l'elaborazione della dissertazione, b) esposizione e discussione di questa. Il voto finale è pari al punteggio così ottenuto, arrotondato all'unità, con massimo 110. Se il punteggio non arrotondato è superiore a 110, la commissione, all'unanimità, può attribuire la lode.

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 Fisica della materia);
- 2) **Nucleare e subnucleare** (caratterizzato da una formazione prevalente nel settore scientifico-disciplinare FIS/04 Fisica nucleare e subnucleare);
- 3) **Teorico** (caratterizzato da una formazione prevalente nel settore scientifico-disciplinare FIS/02 Fisica teorica, modelli e metodi matematici);
- 4) **Biosanitario** (caratterizzato da una formazione prevalente nei settori scientifico-disciplinari FIS/04, FIS/01 Fisica sperimentale, FIS/07 Fisica applicata);
- 5) **Didattica e storia della fisica** (caratterizzato da una formazione prevalente nel settore scientifico-disciplinare FIS/08 Didattica e storia della fisica).

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 degli eventuali debiti formativi imposti e crediti formativi riconosciuti all'atto dell'iscrizione.

La laurea specialistica in Scienze fisiche si ottiene conseguendo 300 CFU ivi compresi i 180 CFU già acquisiti nell'ambito della laurea in Fisica. I 300 CFU complessivi sono così ripartiti:

160 CFU acquisiti con le attività formative obbligatorie della laurea in Fisica;

20 CFU acquisiti con gli insegnamenti a scelta libera o variamente guidata della laurea in Fisica;

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

40 CFU da acquisire con la prova finale della laurea specialistica.

Le scelte operate dallo studente nell'ambito del corso di laurea in Fisica non possono essere ripetute nell'ambito del corso di laurea specialistica in Scienze fisiche. Tali scelte sono comunque valide per soddisfare i vincoli previsti dai piani di studio dei diversi curricula della laurea specialistica. Quando tali vincoli si trovino soddisfatti in questo modo essi sono sostituiti da scelte libere per un numero pari di CFU.

Esempio esplicativo.

Uno studente del curriculum di Fisica della materia abbia scelto, nell'ambito del corso di laurea in Fisica, l'insegnamento di Equazioni differenziali e sistemi dinamici (che compare nell'elenco di 7 insegnamenti obbligatori), l'insegnamento di Ottica (che compare nell'elenco entro il quale devono essere scelti 4 insegnamenti) e un insegnamento da 5 CFU del settore INF/01 (che compare nell'elenco di settori entro i quali devono essere scelti 2 insegnamenti). Tale studente sarà obbligato solo ai 6 rimanenti insegnamenti obbligatori, a scegliere dall'elenco solo 3 insegnamenti, a scegliere nei settori elencati solo 1 insegnamento. Corrispondentemente dovrà scegliere liberamente altre attività formative per un totale di 15 CFU.

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 40 CFU previsti per la prova finale sono divisi convenzionalmente in 30 CFU attribuiti al lavoro di preparazione della tesi e 10 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 svolgere 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) - 30 (2° anno), 5 - 25, 10 - 20, 15 - 15. Corrispondentemente i CFU relativi agli insegnamenti da inserire nel piano saranno 60 (1° anno) - 20 (2° anno), 55 - 25, 50 - 30, 45 - 35.

ATTIVITÀ FORMATIVE OBBLIGATORIE DELLA LAUREA TRIENNALE

160 CFU acquisiti con le seguenti attività formative

Denominazione	Settore	CFU
Algebra lineare e geometria	MAT/03	10
Concetti di analisi matematica di base	MAT/05	8
Strumenti di analisi matematica di base	MAT/05	7
Complementi di analisi matematica di base	MAT/05	5
Chimica	CHIM/03	6
Elettromagnetismo, onde e ottica	FIS/01	14
Esperimentazioni di fisica I	FIS/01	9
Esperimentazioni di fisica II	FIS/01	12
Informatica per la fisica	FIS/01	9
Introduzione alla fisica moderna	FIS/02	5
Introduzione alla fisica nucleare	FIS/04	5
Introduzione alla fisica subnucleare	FIS/04	5
Laboratorio di fisica III	FIS/01	5
Lingua inglese	L-LIN/12	4
Meccanica e termodinamica	FIS/01	13
Meccanica quantistica	FIS/02	10
Meccanica razionale e analitica	MAT/07	8
Metodi matematici della fisica I	FIS/02	5
Metodi matematici della fisica II	FIS/02	5
Struttura della materia	FIS/03	10
Prova finale della laurea in fisica (triennale)		5

INSEGNAMENTI A SCELTA DELLA LAUREA TRIENNALE

20 CFU acquisiti con i seguenti insegnamenti:

Denominazione	Settore	CFU
Equazioni differenziale e sistemi dinamici oppure	MAT/05	5
Tecniche digitali di acquisizione dei dati	FIS/01	
Insegnamento a scelta nell'elenco di pag. 11-12		5
Insegnamento a scelta libera		5
Insegnamento a scelta libera		5

(¹) T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; S = Laurea specialistica

Insegnamenti che caratterizzano il CURRICULUM DI FISICA DELLA MATERIA (80 CFU)

35 CFU acquisiti o acquisibili con i seguenti insegnamenti obbligatori:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea (1)
Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	5	I	T
Laboratorio di fisica quantistica I	FIS/01	5	I	T
Meccanica statistica I	FIS/02	5	II	T
Complementi di struttura della materia	FIS/03	5	I	S
Fisica dello stato solido I	FIS/03	5	I	S
Fisica dello stato solido II	FIS/03	5	II	S
In alternativa				
<i>Laboratorio di strumentazioni fisiche</i>	FIS/01	5	II	S
<i>Laboratorio di fisica quantistica II</i>	FIS/01	5	II	S

20 CFU acquisiti o acquisibili con 4 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea
Elettronica fisica	FIS/03	5	II	T
Introduzione alla fisica dei plasmi	FIS/03	5	II	T
Introduzione alla fisica dei solidi	FIS/03	5	II	T
Ottica	FIS/01	5	I	T
Ottica quantistica	FIS/03	5	I	T
Proprietà ottiche dei solidi	FIS/03	5	II	T
Tecniche digitali di acquisizione dei dati	FIS/01	5	I	T
Tecnologie fisiche e beni culturali	FIS/07	5	II	T
Acustica	FIS/07	5	II	S
Chimica teorica e computazionale	CHIM/02	6	II	S
Complementi di fisica teorica	FIS/02	5	I	S
Elettrodinamica quantistica	FIS/02	5	I	S
Fisica dei dispositivi elettronici a stato solido	FIS/03	5	I	S
Fisica dei materiali	FIS/03	5	I	S
Fisica dei semiconduttori I	FIS/03	5	I	S
Fisica quantistica della computazione	FIS/03	5	II	S
Fotonica	FIS/03	5	II	S
Laboratorio di fisica quantistica II	FIS/01	5	II	S
Laboratorio di strumentazioni fisiche	FIS/01	5	II	S

(1) T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; S = Laurea specialistica

Meccanica statistica II	FIS/02	5	I	S
Metodi matematici della fisica III	FIS/02	5	II	S
Plasmi astrofisici	FIS/05	5	II	S
Spettroscopia dello stato solido	FIS/03	5	I	S
Teoria dei gruppi con applicazione alla fisica	FIS/03	5	I	S
Teoria fisica dell'informazione	FIS/03	5	II	S

15 CFU acquisiti o acquisibili con 3 insegnamenti nei settori da FIS/01 a FIS/08

10 CFU acquisiti o acquisibili con 2 insegnamenti nei settori CHIM/02,03,05,06, MAT/02,03,05,06,07,08, INF/01, ING-X/XX o sostituibili con attività formative.

Insegnamenti che caratterizzano il CURRICOLO NUCLEARE E SUBNUCLEARE (80 CFU)

50 CFU acquisiti o acquisibili con i seguenti insegnamenti obbligatori:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea (1)
Elettrodinamica e relatività	FIS/02	5	I	T
Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	5	I	T
Radioattività I	FIS/04	5	I	T
Astrofisica	FIS/05	5	II	S
Complementi di elettromagnetismo e ottica	FIS/04	5	II	S
Complementi di fisica teorica	FIS/02	5	I	S
Laboratorio di fisica nucleare e subnucleare I	FIS/04	5	I	S
In alternativa				
<i>Fisica nucleare I</i>	FIS/04	5	I	S
<i>Elettrodinamica quantistica</i>	FIS/02	5	I	S
Laboratorio di fisica nucleare e subnucleare II	FIS/04	5	II	S
In alternativa				
<i>Fisica nucleare II</i>	FIS/04	5	II	S
<i>Fisica delle particelle elementari I</i>	FIS/04	5	II	S

15 CFU acquisiti o acquisibili con 3 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea
Introduzione all'astronomia	FIS/05	5	I	T
Metodi computazionali della fisica	FIS/02	5	II	T
Struttura dei nuclei	FIS/04	5	II	T
Tecniche digitali di acquisizione dei dati	FIS/01	5	I	T



Astronomia	FIS/05	5	II	S
Elettrodinamica quantistica	FIS/02	5	I	S
Fenomenologia delle particelle elementari	FIS/04	5	II	S
Fisica adronica	FIS/04	5	I	S
Fisica delle particelle elementari I	FIS/04	5	II	S
Fisica nucleare I	FIS/04	5	I	S
Fisica nucleare II	FIS/04	5	II	S
Informatica per la fisica III	FIS/01	5	II	S
Macchine acceleratrici	FIS/04	5	I	S
Metodi matematici della fisica III	FIS/02	5	II	S
Metodi statistici della fisica	FIS/01	5	II	S
Radioattività II	FIS/04	5	II	S
Relatività generale	FIS/02	5	II	S
Teoria delle interazioni fondamentali	FIS/02	5	I	S
Teoria quantistica dei campi	FIS/02	5	II	S

10 CFU acquisiti o acquisibili con 2 insegnamenti nei settori da FIS/01 a FIS/08 o sostituibili con attività formative

5 CFU acquisiti o acquisibili con 1 insegnamento nei settori FIS/05,06, MAT/02, 03, 05, 06, 07, 08, INF/01

Insegnamenti che caratterizzano il CURRICULUM TEORICO (80 CFU)

25 CFU acquisiti o acquisibili con i seguenti insegnamenti obbligatori:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea (¹)
Elettrodinamica e relatività	FIS/02	5	I	T
Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	5	I	T
Meccanica statistica I	FIS/02	5	II	T
Complementi di fisica teorica	FIS/02	5	I	S
Elettrodinamica quantistica	FIS/02	5	I	S

25 CFU acquisiti o acquisibili con 5 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea
Introduzione alla fisica dei plasmi	FIS/03	5	II	T
Introduzione all'astronomia	FIS/05	5	I	T
Metodi computazionali della fisica	FIS/02	5	II	T

(¹) T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; S = Laurea specialistica



Ottica quantistica	FIS/03	5	I	T
Struttura dei nuclei	FIS/04	5	II	T
Analisi funzionale	MAT/05	7	I	S
Astrofisica	FIS/05	5	II	S
Astronomia	FIS/05	5	II	S
Chimica teorica e computazionale	CHIM/02	6	I	S
Econofisica	FIS/02	5	I	S
Equazioni della fisica matematica	MAT/07	6	I	S
Fenomenologia delle particelle elementari	FIS/04	5	II	S
Fisica adronica	FIS/04	5	I	S
Fisica dei semiconduttori I	FIS/03	5	I	S
Fisica dello stato solido I	FIS/03	5	I	S
Fisica dello stato solido II	FIS/03	5	II	S
Fisica nucleare I	FIS/04	5	I	S
Fisica nucleare II	FIS/04	5	II	S
Fisica quantistica della computazione	FIS/03	5	II	S
Fluidodinamica applicata a processi industriali	MAT/07	7	I	S
Fondamenti della meccanica quantistica	FIS/02	5	II	S
Meccanica statistica II	FIS/02	5	I	S
Metodi matematici della fisica III	FIS/02	5	II	S
Plasmi astrofisici	FIS/05	5	II	S
Relatività generale	FIS/02	5	II	S
Teoria dei gruppi con applicazioni alla fisica I	FIS/03	5	II	S
-Teoria delle interazioni fondamentali	FIS/02	5	I	S
Teoria fisica dell'informazione	FIS/03	5	II	S
Teoria quantistica dei campi	FIS/02	5	II	S

20 CFU acquisiti o acquisibili con 4 insegnamenti nei settori da FIS/01 a FIS/08

10 CFU acquisiti o acquisibili con 2 insegnamenti nei settori FIS/05,06, da MAT/01 a MAT/09, INF/01 o sostituibili con attività formative.,

(¹) T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; S = Laurea specialistica

Insegnamenti che caratterizzano il CURRICULUM BIOSANITARIO (80 CFU)

70 CFU acquisiti o acquisibili con i seguenti insegnamenti obbligatori:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea (1)
Fisica delle radiazioni ionizzanti	FIS/04	5	I	T
Radioattività I	FIS/04	5	I	T
Tecniche digitali di acquisizione dei dati	FIS/01	5	I	T
Anatomia e fisiologia umana	BIO/09	5	I	S
Biologia generale	BIO/09	5	I	S
Elementi di radioprotezione	FIS/07	5	II	S
Laboratorio di radiazioni ionizzanti	FIS/04	5	II	S
Macchine acceleratrici	FIS/04	5	I	S
Metodi statistici della fisica	FIS/01	5	II	S
Radiobiologia	MED/36	5	II	S
Simulazione in campo biosanitario	FIS/07	5	II	S
Strumentazione fisica biosanitaria	FIS/07	5	II	S
Tecniche diagnostiche I	FIS/07	5	I	S
Tecniche diagnostiche II	FIS/07	5	I	S

10 CFU acquisibili con 2 insegnamento a scelta libera o sostituibili con attività formative.

Insegnamenti che caratterizzano il CURRICULUM DI DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA (80 CFU)

35 CFU acquisiti o acquisibili con i seguenti insegnamenti obbligatori:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea (1)
Complementi di fisica di base	FIS/08	5	II	T
In alternativa				
<i>Laboratorio di fisica quantistica I</i>	FIS/01	5	I	T
<i>Elettrodinamica e relatività</i>	FIS/02	5	I	T
Preparazione di esperienze didattiche	FIS/08	5	I	T
Storia della relatività e della meccanica quantistica	FIS/08	5	I	T
Complementi di fisica teorica	FIS/02	5	I	S
Didattica della fisica	FIS/08	5	I	S
Storia delle scienze	M-STO/05	5	I	S

20 CFU acquisibili con 4 insegnamenti scelti dal seguente elenco:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea (¹)
Fondamenti della fisica	FIS/08	5	II	S
Matematiche complementari	MAT/04	6	I	S
Museologia scientifica	FIS/08	5	II	S
Storia della matematica	MAT/04	6	I	S
Storia dell'elettromagnetismo	FIS/08	5	I	S
Tecnologie della comunicazione scientifica	FIS/08	5	I	S

15 CFU acquisiti o acquisibili con 3 insegnamenti nei settori da FIS/01 a FIS/08, MAT/04, 05.

10 CFU acquisiti o acquisibili con 2 insegnamento nei settori da FIS/01 a FIS/08, da MAT/01 a MAT/09, INF/01 o sostituibili con attività formative.

Sono comunque consigliati per il curriculum i seguenti insegnamenti:

Nome insegnamento	Settore	CFU	Semestre	Laurea
Elettrodinamica e relatività	FIS/02	5	I	T
Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	5	I	T
Fondamenti della matematica	MAT/04	6	II	T
Laboratorio di fisica quantistica I	FIS/01	5	I	T
Meccanica statistica I	FIS/02	5	II	T
Astrofisica	FIS/05	5	I	S
Complementi di struttura della materia	FIS/03	5	II	S
Didattica della matematica	MAT/04	7	I	S
Didattiche specifiche della matematica	MAT/04	7	II	S
Matematiche elementari dal punto di vista sup.	MAT/04	7	II	S
Teoria fisica dell'informazione	FIS/03	5	II	S

(¹) T = insegnamenti già offerti nella Laurea Triennale; S = Laurea specialistica



LINEAMENTI DEI CORSI

I programmi degli insegnamenti impartiti nel corso di Laurea Specialistica in Scienze Fisiche sono riportati di seguito, in ordine alfabetico.

ACUSTICA CON APPLICAZIONI (FIS/07)

U. Ruffina

Concetti fondamentali relativi a generazione, propagazione ed assorbimento di onde acustiche. Misura e riduzione del rumore in campo civile ed industriale. Effetti psicoacustici del rumore. Raccomandazioni internazionali e normativa nazionale vigente sui limiti di accettabilità e sulla protezione dal rumore.

ASTROFISICA (FIS/05)

M. Roncadelli

Scopo del corso è analizzare le basi fisiche dell'astrofisica contemporanea. In particolare, viene sottolineata la rilevanza della fisica delle particelle elementari e della meccanica statistica per la comprensione della natura e delle fasi evolutive sia delle varie strutture cosmiche - stelle, galassie, ammassi - che dell'universo inteso in senso globale. Particolare attenzione è rivolta alla problematica riguardante la materia oscura.

Gli argomenti principali sono i seguenti.

Descrizione dei sistemi dinamici complessi. Sistemi autogravitanti. Modelli galattici. Lensing gravitazionale. Formazione stellare, fase di sequenza principale e fasi evolutive avanzate (nane bianche, supernovae, pulsar e buchi neri). Caratteristiche morfologiche e proprietà fisiche delle galassie e degli ammassi. Evidenza di materia oscura su scala galattica. Fondamenti di cosmologia. Evoluzione cosmica. Nucleosintesi primordiale. Radiazione cosmica di fondo. Formazione galattica. Evidenza di materia oscura su scala cosmica. Aspetti astro-particellari della materia oscura. Possibili candidati (assioni, neutralini, WIMP, ecc.) e strategie di rivelazione diretta (esperimento WARP) ed indiretta (missioni AGILE e GLAST).

Testi consigliati

B. W. Carroll and D. A. Ostlie, *An Introduction to Modern Astrophysics* (Addison-Wesley, New York, 1996).

A. Unsold and B. Paschek, *The New Cosmos* (Springer, Berlin, 2002).

M. Roncadelli, *Aspetti Astrofisici della Materia Oscura* (Bibliopolis, Napoli, 2004).

ASTRONOMIA (FIS/05)

P. Caraveo

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 (BIO/09)

A. Facoetti

La cellula: dimensioni, microscopia ottica ed elettronica; virus, cellule eucariotiche e procariotiche, struttura e componenti cellulari (nucleo cellulare, organuli citoplasmatici, citoscheletro). Le membrane biologiche, lipidi di membrana, modello a mosaico fluido, proteine di membrana, fagocitosi ed endocitosi.

Cromosomi, mitosi e meiosi, gametogenesi, l'informazione genetica, ciclo cellulare eucariotico e suo controllo genico, fasi del processo di mitosi, riproduzione sessuata, fasi del processo di meiosi. Le basi molecolari dell'informazione ereditaria: DNA e informazione genetica, struttura, duplicazione, mutazioni geniche, cromosoma nei procarioti e negli eucarioti, RNA e sintesi proteica, trascrizione, traduzione, RNA messaggero, RNA di trasferimento, RNA ribosomiale. Apoptosi e necrosi.

Fagocitosi, meccanismi non specifici (immunità naturale) e specifici (immunità acquisita). Immunità umorale e cellulo'-mediata. Antigeni, immunogeni e loro proprietà. Anticorpi: struttura delle immunoglobuline; meccanismi d'azione, e cinetica della produzione anticorpale, immunità attiva e passiva. Fenomeni di ipersensibilità. Comunicazione cellulare e trasduzione del segnale.

La cellula tumorale, trasformazione tumorale.

CHIMICA TEORICA E COMPUTAZIONALE (CHIM/02)

S. Romano

Il corso di Chimica Teorica può venire fruito da studenti tanto del CL in Fisica quanto di quello in Chimica, e può diversamente articolarsi a seconda del pubblico discente.

Contenuti e finalità formative:

1) a studenti del CL in Chimica, viene tipicamente proposto un corso di elementi di MQ; scopo di tale corso e' di loro fornire una idea per quanto possibile semplice ma non semplicistica, vuoi dello impianto concettuale e matematico, vuoi della importanza che le sue applicazioni oggi rivestono in vari ambiti della Chimica.

I contenuti sono

- fondamenti matematici
- nozioni di meccanica analitica
- postulati della meccanica quantistica
- momenti angolari
- ruolo della simmetria
- modelli esattamente solubili
- metodi approssimati
- atomi e molecole
- interazione con la radiazione
- interazioni tra atomi o molecole: potenziali intermolecolari,
- teoria quantistica della reattività

2) a studenti del CL in Fisica, viene proposto un corso di Termodinamica Statistica. Scopo formativo è di familiarizzare i discenti con le idee ed i problemi fondamentali, con i modelli di interazione più semplici, ed alcune loro applicazioni in quella che oggi si chiama "Fisica della Materia". Dopo avere introdotto il concetto di ensemble, le sue connessioni con la termodinamica, e le formulazioni generali della meccanica statistica, sia classica che



quantistica, vengono studiati vari modelli tipo “gas ideale” (cioè costituiti da componenti tra i quali si possono trascurare le interazioni), sia classici che quantistici.

Si passa poi a considerare sistemi interagenti: gas reali, soluzioni elettrolitiche diluite, liquidi e loro descrizione in termini di funzioni di correlazione, modelli di spin e gas reticolari; viene anche dato risalto al ruolo dei potenziali di interazione, ed ai metodi numerici per il calcolo delle proprietà di Ensemble (simulazione).

Vengono infine impartite alcune nozioni generali su processi stocastici, teoria della risposta lineare, transizioni di fase, termodinamica di processi irreversibili.

Se il pubblico discente avrà altre esigenze o preferenze, per lo meno il titolare del corso sarà disponibile ad ascoltarle.

COMPLEMENTI DI ELETTROMAGNETISMO E OTTICA (FIS/04)

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

COMPLEMENTI DI FISICA TEORICA (FIS/02)

S. Boffi

Finalità: descrizione di un sistema di molte particelle e della sua risposta a una sollecitazione esterna.

Prerequisiti: buona conoscenza della meccanica quantistica non relativistica, conoscenze elementari di fisica nucleare e di struttura della materia.

Programma: la funzione di Green come risolvete di un'equazione della fisica-matematica, integrale sui cammini, operatori di creazione e di distruzione, funzione di Green per un sistema di molte particelle a temperatura zero e a temperatura finita, teoria della risposta lineare, esempi di sistemi di fermioni e di bosoni.

Testo consigliato e programma del corso al sito

www.pv.infn.it/~boffi/complementi.html.

COMPLEMENTI DI STRUTTURA DELLA MATERIA (FIS/03)

P. Carretta

Il corso riguarderà le proprietà microscopiche degli stati della materia e delle transizioni tra stati. Pertanto si studieranno i sistemi paramagnetici-antiferromagnetici, i ferroelettrici, i gas-liquidi, i metalli-superconduttori e i fenomeni che accompagnano i passaggi di fase (fluttuazioni e dinamica critica). L'inquadramento generale si baserà sulla teoria della risposta lineare e sulle tecniche spettroscopiche impiegate in tali studi. Argomenti monografici potranno essere i sistemi magnetici bidimensionali con diluizione di spin e drogaggio di carica e le fluttuazioni superconduttive con diamagnetismo precursore.

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.



DIDATTICA DELLA FISICA (FIS/08)

P. Mascheretti

Processi di apprendimento dei concetti fondamentali della fisica. Conoscenza comune-conoscenza scientifica: dall'esperienza alla formalizzazione delle leggi fisiche. Metodologie e strumenti didattici per l'insegnamento-apprendimento: osservazioni, esperimenti e laboratorio, uso delle nuove tecnologie.

DIDATTICA DELLA FISICA MODERNA (FIS/08)

A. De Ambrosis

Vengono esaminati i principali aspetti concettuali della Relatività e della Fisica Quantistica e discusse le problematiche connesse con una loro adeguata presentazione nella Scuola Secondaria Superiore. Per questo si analizzano esempi di percorsi didattici e si studia la loro fattibilità e il loro inserimento nel curriculum abituale.

Testi consigliati

R.P. Feynman, QED - The strange Theory of light and matter, Princeton University Press;

R.P. Feynman, A. R. Hibbs, Quantum mechanics and path integrals;

D. F. Styer, The strange world of quantum mechanics

Corso non attivato nel presente anno accademico: Viene attivato ad anni alterni con il corso di Tecnologie della comunicazione scientifica.

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 e diffusione. Processi di Markov e di Wiener. Invarianza di scala. Equazione di Fokker-Plank. Equazioni differenziali stocastiche. Integrale sui cammini. Introduzione ai mercati finanziari e agli strumenti finanziari. Moto browniano geometrico e distribuzione lognormale dei prezzi. Opzioni e modello di Black e Scholes. Limiti del modello di Black e Scholes: cenno ai processi stocastici non gaussiani e ai moderni modelli stocastici in finanza.

Testi consigliati

C.W. Gardiner, Handbook of stochastic methods for physics, chemistry and the natural sciences, Springer

W. Paul, J. Baschnagel, Stochastic processes from physics to finance, Springer

J. Voit, The statistical mechanics of financial markets, Springer

ELEMENTI DI RADIOPROTEZIONE (FIS/07)

E. Giroletti

Oltre agli aspetti propriamente fisici della radioprotezione, verranno trattati: i danni conseguenti alla esposizione alle radiazioni ionizzanti; le modalità di esposizione (esterna ed interna); le grandezze radiometriche; il sistema di protezione radiologica; le grandezze radioprotezionistiche (dose equivalente e dose efficace, dose efficace impegnata, livelli operativi derivati); i limiti di dose; gli aspetti pratici della radioprotezione e le misure di tutela quali: tempo, distanze, 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.). Completeranno il corso cenni sugli orga-



nismi internazionali e nazionali preposti al sistema di radioprotezione e una panoramica sulla normativa europea ed italiana vigente. Una visita ad uno o più insediamenti ove si utilizzano sorgenti radiogene potrà chiudere il corso.

Si danno per acquisiti concetti quali: campo elettrico e magnetico; spettro elettromagnetico; frequenza, periodo, lunghezza e ampiezza d'onda; atomo e particelle nucleari, decadimento radioattivo, tempo di dimezzamento ed interazione della radiazione ionizzante con la materia.

Testi consigliati

Pelliccioni M, *Fondamenti di fisica 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

Publicazioni della International Commission on Radiological protection, www.icrp.org

Publicazioni del National Council on radiation protection, www.ncrp.org.

ELETTRODINAMICA QUANTISTICA (FIS/02)

F. Miglietta

Il corso prevede i seguenti argomenti:

- Introduzione alle equazioni relativistiche di Klein-Gordon e Dirac.
- Introduzione all'elettrodinamica quantistica relativistica, fino al calcolo esplicito delle sezioni d'urto per alcuni processi.

FENOMENOLOGIA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI (FIS/04)

G. Montagna

Il corso si propone di analizzare le principali implicazioni fenomenologiche e le moderne verifiche sperimentali del Modello Standard delle interazioni fondamentali. L'obiettivo e' anche fornire una conoscenza di base dei metodi teorici oggi piu' utilizzati nella fisica dei collider.

Processi di QED e luminosita' degli acceleratori elettrone-positrone.

Decadimenti dei bosoni vettoriali intermedi. Processo Drell-Yan elettrodebole e scoperta dei bosoni W e Z. Correnti neutre, interferenza elettrodebole e verifiche di precisione al picco della Z. Processi di bremsstrahlung in QED e QCD. Singolarita' infrarosse e collineari e cancellazione infrarossa in QED/QCD. Teoria di Altarelli-Parisi, funzioni di distribuzione partoniche e Parton Shower. Processi di produzione e decadimento del quark top e del bosone di Higgs.

Si consiglia di seguire il corso dopo gli insegnamenti di Elettrodinamica Quantistica, Teoria Quantistica dei Campi e Teoria delle Interazioni Fondamentali.

Testi consigliati

F. Mandl and G. Shaw, *Quantum Field Theory*, John Wiley & Sons

I.J.R. Aitchinson and A.J.G. Hey, *Gauge theories in particle physics*, IoP

FISICA ADRONICA (FIS/04)

M. Radici

Introduzione alla fenomenologia dell'interazione forte per sistemi composti di quark e gluoni.

Il problema del confinamento dei quark e della non calcolabilita' della cromodinamica quantistica (QCD) a basse energie. La realizzazione della rottura spontanea della simmetria chirale in QCD; modelli di struttura degli adroni e spettro barionico. Il modello a partoni. Cenni sull'Operator Product Expansion (OPE). L'approccio diagrammatico. Il problema della struttura di spin del nucleone; moto orbitale e localizzazione tridimensionale dei partoni. Introduzione alle distribuzioni partoniche generalizzate (GPD).



FISICA DEI DISPOSITIVI ELETTRONICI A STATO SOLIDO (FIS/03)

V. Bellani

Il corso tratterà la fisica dei dispositivi per l'optoelettronica. Gli argomenti trattati sono: Semiconduttori semplici e semiconduttori composti. Proprietà elettroniche ed ottiche dei semiconduttori. Sistemi a bassa dimensionalità: buche quantiche, superreticoli e punti quantici. Tecniche di costruzione dei dispositivi. Diodi emettitori di luce (LED). Principi di funzionamento del laser. Laser a semiconduttore. Fotodetettori. Celle solari. Modulatore optoelettronici. Dispositivi elettro-ottici. Fibre ottiche.

Testi consigliati

Pallab Bhattacharya, Semiconductor Optoelectronic Devices, Second Edition, Prentice Hall, 1996.

J. Wilson, J.F.B. Hawkes, Optoelectronics: An Introduction, Prentice Hall International Series in Optoelectronics, Prentice Hall, 1989.

FISICA DEI MATERIALI (FIS/03)

G. Samoggia

Il corso, partendo dal presupposto che lo studente abbia un minimo di conoscenze sulle proprietà fisiche dei sistemi cristallini, vuole essere una prima apertura verso il mondo reale dove la deviazione dalla periodicità cristallina o la mancanza di essa sono sorgenti di problemi e/o di opportunità.

Struttura del corso.

Monocristalli, policristalli, ceramiche, vetri. Microstruttura. Difetti puntiformi, lineari, estesi (superfici, interfacce).

Proprietà legate alla presenza di difetti: ottiche (assorbimento, luminescenza, ...); elettriche (conduttività elettronica e ionica, ...); meccaniche (elasticità, sforzi, deformazioni elastiche e permanenti, dislocazioni).

Tecniche di indagine strutturale: tecniche di diffrazione (raggi X, elettroni, neutroni). Particolare attenzione al problema della fase e alla estrazione dei dati sperimentali di informazioni sul posizionamento degli atomi, influenza dei difetti, superfici, film sottili, nanostrutture sugli spettri di diffrazione

Tecniche per lo studio della morfologia e la struttura delle Superfici e interfacce: SEM, STM, EXAFS.

Tecniche di analisi di superfici e interfacce: Fotoemissione, Auger, SIMS.

Testi consigliati

Cowley, Diffraction Physics;

Lüth, Surfaces and Interfaces of Solids.

FISICA DEI SEMICONDUTTORI I (FIS/03)

L.C. Andreani

Vengono trattate le principali proprietà fisiche dei semiconduttori massivi: livelli elettronici, bande di energia, gap diretto e indiretto, metodi di calcolo. Massa effettiva, elettroni e lacune. Livelli di impurezze. Fononi. Statistiche dei portatori liberi e nei livelli di impurezza. Giunzione p-n. Stati di superficie e di interfaccia. Trasporto a basso ad alto campo. Proprietà ottiche: costante dielettrica e coefficiente di assorbimento, transizioni interbanda, eccitoni, fononi, portatori liberi.

Testi consigliati

G. Grosso and G. Pastori Parravicini, Solid State Physics (Academic Press, 2000);

N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Solid State Physics (Holt-Rinehart, 1976);

C.M. Wolfe, N. Holonyak, G.E. Stillman, Physical Properties of Semiconductors (Prentice Hall, 1989)



FISICA DEI SEMICONDUTTORI II (FIS/03)

L.C. Andreani

Vengono trattate le nanostrutture di semiconduttore ed i sistemi fotonici: calcoli a principi primi e discontinuità di banda. Eterostrutture, metodo della funzione involuppo. Sistemi bi-dimensionali: buche quantiche, superreticoli, etero-interfacce. Assorbimento ed emissione, transizioni interbanda e intersubbanda in buche quantiche, eccitoni e polaritoni. Tunneling e resistività differenziale negativa. Effetti di campi elettrici e magnetici. Effetto Hall quantistico. Sistemi mono- e zero-dimensionali: quantum wires e quantum dots. Sistemi a confinamento fotonico: microcavità di semiconduttore e cristalli fotonici.

Testo consigliato

P.Y. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors (Springer, 1996);
Dispense.

Corso non attivato nel presente anno accademico. Viene attivato ad anni alterni con il corso di Fotonica.

FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI I (FIS/04)

C. Conta

La dinamica delle interazioni fondamentali delle particelle elementari è descritta in modo quantitativo esaminando le interazioni deboli, elettromagnetiche e forti nelle reazioni leptone-leptone, leptone-adrone e adrone-adrone nell'ambito del Modello Standard (teorie di gauge elettrodebole unificata e Cromodinamica Quantistica). In particolare sono approfonditi argomenti riguardanti: produzione e decadimento dei bosoni vettori intermedi W e Z, produzione di jets di particelle, produzione e decadimento del bosone di Higgs, dei quarks top e bottom. Sono quindi trattati argomenti di Fisica delle particelle oltre il Modello Standard con particolare riferimento alla sperimentazione nei laboratori sotterranei e ai grandi collisionatori di particelle:

- a) Fisica del Neutrino, in particolare le oscillazioni di neutrino illustrando la fenomenologia delle interazioni di neutrini solari ed atmosferici, di neutrini da reattori ed acceleratori
- b) cenni di teorie di grande unificazione e di teorie supersimmetriche.

Testi consigliati

C. Conta, Introduction to modern particle physics, FNT/DD 2000;
C. Conta, Neutrino oscillations, FNT/DD 2003;
D. H. Perkins, Introduction to high energy physics, Addison-Wesley.

FISICA DELLO STATO SOLIDO I (FIS/03)

G. Pastori Parravicini

Sono trattati i temi fondamentali della Fisica dello Stato Solido, con particolare attenzione ai moderni metodi di studio dei livelli elettronici in potenziali periodici, descrizione degli aspetti generali delle bande di energia nei materiali, campo elastico e vibrazioni reticolari dei solidi. Il corso presenta pure una panoramica delle eccitazioni elementari, plasmoni, polaritoni, eccitoni, e processi di interazione e scattering nei cristalli. I vari aspetti fenomenologici e concettuali sono illustrati con significativi esempi orientativi della letteratura, classica e recente, di questa area scientifica.

FISICA DELLO STATO SOLIDO II (FIS/03)

G. Pastori Parravicini

Sono trattati vari tipi di difetti e disordine in cristalli, e i fenomeni di trasporto nei semiconduttori e metalli dovuti a campi elettrici, campi magnetici, gradienti termici ed altre



perturbazioni statiche o dinamiche. Lo studio delle proprietà di sistemi fuori dall'equilibrio è effettuato in approssimazione classica, in approssimazione semiclassica con la equazione di Boltzmann, o con la teoria della risposta lineare. Vengono illustrate le caratteristiche di giunzioni di semiconduttori, eterostrutture, e transistor. Una parte del corso riguarda anche i concetti fondamentali del trasporto quantistico con funzioni di Green, e varie applicazioni a reticoli, super-reticoli, strutture mesoscopiche a bassa dimensionalità'.

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.

FISICA NUCLEARE II (FIS/04)

C. Giusti

Si presentano i modelli nucleari, discutendone i limiti e gli ambiti di applicabilità. Si descrive il modello a particella indipendente sottolineandone i successi e gli insuccessi. Il modello collettivo viene applicato ai modi di eccitazione vibrazionale dei nuclei sferici, nonché ai moti roto-vibrazionali dei nuclei deformati. Viene poi trattato il modello unificato, che descrive contemporaneamente le eccitazioni di particella singola e quelle collettive, ed è necessario per spiegare il comportamento dei nuclei con un numero dispari di nucleoni.

Testo consigliato

M.A. Preston, R.K. Bhaduri - Structure of the Nucleus. Cap. 6, 7 e 9.

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 complessità computazionale. Reti e porte logiche. Computazione quantistica: porte a qubit singolo e a due qubit. Porte quantistiche universali. Algoritmi quantistici: Deutsch, Deutsch-Jozsa, Grover, Shor. Introduzione alla teoria quantistica della correzione degli errori. Implementazioni fisiche: elettrodinamica in cavità ottiche, trappole ioniche, reticoli ottici atomici, NMR, giunzioni Josephson. Introduzione alla teoria dell'entanglement. Tecniche di purificazione di entanglement. Cenni di crittografia classica. Introduzione alla crittografia quantistica.

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. Giuliani

Riflessioni storico-critiche intorno ad alcuni concetti-chiave della fisica classica: spazio, tempo, campo, onda, particella. Fisica classica e fisica quantistica: aspetti concettuali e metodologici. Contributo della fisica allo sviluppo della conoscenza.

Indicazione dei testi consigliati sul sito <http://fiscavolta.unipv.it/percorsi/didattica.asp>



FONDAMENTI DELLA FISICA (FIS/08)

Modulo A

G. Introzzi

E' delineata l'evoluzione di alcuni concetti della fisica classica. Viene evidenziato il progressivo indebolimento, nel corso del XIX secolo, del determinismo laplaciano, e mostrata la transizione da modelli continui a discontinui, per le cariche e la materia. La fisica dei quanti introduce, all'inizio del XX secolo, una discretizzazione anche per l'energia, ed obbliga ad accettare il dualismo onda/particella per la descrizione dei fenomeni microscopici. Alcuni risultati fondamentali della fisica quantistica vengono ricavati a partire da tale dualismo. Un'analisi approfondita dell'interpretazione causale di Bohm, delle relazioni di indeterminazione di Heisenberg, della complementarità di Bohr e della dualità conclude questo modulo.

Modulo B

L. Maccone

Viene presentata una formulazione assiomatica della Meccanica Quantistica, un'analisi delle conseguenze (e apparenti paradossi) di tale formulazione, e delle principali interpretazioni della teoria.

Sono disponibili gli appunti delle lezioni.

FONDAMENTI DELLA MECCANICA QUANTISTICA (FIS/02)

Modulo Teorie della misurazione quantistica

A. Rimini

La formulazione di Copenaghen. Il problema della misurazione quantistica. Una falsa soluzione. La teoria quasi ortodossa. L'incoerenza efficace e l'interpretazione d'ensemble. La formulazione delle storie consistenti. La teoria della misurazione secondo la meccanica bohmiana. La teoria quantitativa della riduzione. Conclusioni.

Modulo Struttura e interpretazioni della meccanica quantistica

G.M. D'Ariano

Meccanica Quantistica dei sistemi aperti: concetti di POVM e strumento, master equation. Nonlocalità e contestualità: disuguaglianza di Clauser Horn Shimony Holt. Acausalità delle correlazioni nonlocali. Teorema di Kochen Specker. Il problema della misurazione: confronto fra alcune differenti interpretazioni, includendo quella modale, quella delle storie consistenti e quella a universi paralleli. Cenni alla teoria di Bohm. Cenni alla descrizione della misurazione quantistica relativistica di campo, a partire dalla teoria di Schwinger-Tomonaga.

FOTONICA (FIS/03)

L. Andreani

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) Interazione radiazione-materia: suscettibilità atomica, emissione spontanea e stimolata, guadagno e saturazione, oscillazioni laser. (4) Ottica nonlineare: generazione di armoniche, amplificazione parametrica, effetto Raman stimolato, altre nonlinearità del terzo ordine. (5) Modulazione: effetto elettro-ottico e acusto-ottico. (6) Confinamento della luce e strutture periodiche: microcavità, cristalli fotonici mono,



bi- e tridimensionali, rifrazione negativa e meta-materiali.

Il corso non richiede altri prerequisiti oltre a conoscenze di base di elettromagnetismo e di meccanica quantistica. E' complementare agli insegnamenti di Ottica, Fisica dei Semiconduttori, Fisica dei Dispositivi Elettronici a Stato Solido.

INFORMATICA PER LA FISICA III (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.

Una conoscenza di base del linguaggio C/C++ è preferibile: all'inizio del corso vengono rapidamente richiamate le nozioni base dei linguaggi C/C++/HTML/Java.

Testo consigliato

Koenig Moo, Accelerated C++

LABORATORIO DI COMUNICAZIONE SCIENTIFICA DIVULGATIVA

M. Cagnotti

Il corso di Laboratorio di Comunicazione Scientifica Divulgativa si propone di contribuire a fornire adeguati strumenti e metodologie di comunicazione per svolgere concretamente il servizio di divulgazione e comunicazione scientifica, sia da parte di chi intende intraprendere la carriera di giornalista scientifico, rivolgendosi al grande pubblico, sia da parte di chi si troverà chiamato a riferire i risultati del proprio lavoro di ricerca in seminari, convegni o trasmissioni radiotelevisive.

Dopo una breve introduzione dedicata alla storia, alle peculiarità e ai problemi della comunicazione scientifica divulgativa in Italia, il corso prenderà in esame le fasi di concezione, proposta, scrittura, revisione, consegna, elaborazione redazionale e pubblicazione di un servizio di divulgazione scientifica nonché di presentazione di una comunicazione orale. Ogni lezione sarà arricchita da molteplici esempi tratti dalla pratica reale della divulgazione scientifica e da frequenti esercitazioni di scrittura assegnate dal docente.

Obiettivi

- Acquisire competenze nell'espressione scritta e orale finalizzate alla comunicazione scientifica divulgativa.
- Apprendere la procedura di progettazione, redazione e pubblicazione di un servizio giornalistico divulgativo.
- Formarsi un'idea delle competenze necessarie per la professione di giornalista scientifico e del panorama editoriale nell'ambito della divulgazione.

Crediti formativi: 3

Il corso è approvato dalle facoltà di Scienze MM.FF.NN e di Farmacia

Per informazioni: <http://web.ticino.com/lcsd/home.htm>

Per pre-iscrivere al corso: http://colnuovo.unipv.it/corsi_seminari.html

LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE I (FIS/04)

M. Cambiaghi

Il corso verterà sulla teoria e sulle applicazioni pratiche dei rivelatori di particelle per la fisica nucleare e subnucleare. In particolare verranno trattati i seguenti argomenti: sorgenti di radiazioni, interazione radiazione-materia, proprietà generali dei rivelatori, modelli statistici, camere



a ionizzazione, contatori proporzionali, contatori Geiger-Muller, contatori a scintillazione, spettroscopia, rivelatori a semiconduttore, rivelatori di neutroni, elettronica nucleare.

LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE II (FIS/04)

M. Cambiaghi

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 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 impulsive, analizzate nel dominio del tempo e della frequenza.

Dispense

LABORATORIO DI RADIAZIONI IONIZZANTI (FIS/04)

A. de Bari

Viene proposta una serie di esperienze di laboratorio:

- spettri gamma di radionuclidi artificiali e naturali
- identificazione di radionuclidi artificiali e naturali mediante spettrometria gamma
- misura dell'attività di radionuclidi artificiali e naturali
- misura del coefficiente di assorbimento di raggi gamma in Pb ed Al
- misura della dose prodotta da sorgenti gamma
- misura della contaminazione superficiale
- misura della dose prodotta dalla presenza di campi neutronici
- attivazione neutronica di campioni e successiva analisi
- misura del radon

LABORATORIO DI STRUMENTAZIONI FISICHE (FIS/01)

C. Marabelli

Si intende presentare le tecniche e le strumentazioni più comuni in un laboratorio fisico: acquisizione, modulazione, digitalizzazione e trattamento dei segnali di misura, tecniche di vuoto e criogenia, metodiche di spettroscopia e rivelatori di radiazione.

Spiegazioni su caratteristiche e funzionamento si succederanno con misure ed esercitazioni pratiche sui diversi argomenti.

MACCHINE ACCELERATRICI (FIS/04)

A. Braghieri

Il corso si propone di analizzare la produzione di fasci di elettroni, gamma, particelle cariche e neutroni, che vengono utilizzati in medicina a scopo terapeutico e diagnostico e nell'industria. Sono presi in esame i principi di funzionamento di diversi tipi di acceleratori di particelle: acceleratori elettrostatici, betatrone, sincrotrone, ciclotrone, sincrociclotrone, acceleratori lineari; e vengono brevemente descritti i reattori nucleari.



MECCANICA STATISTICA II (FIS/02)

G. Zambotti

Il corso è dedicato ad una introduzione alla superfluidità. Saranno discussi, tra gli altri, i seguenti argomenti: condensazione di Bose-Einstein nei gas uniformi e nei gas confinati; teorie fenomenologiche e teorie microscopiche; superfluidità nell'He4 e nei gas confinati.

METODI MATEMATICI DELLA FISICA III (FIS/02)

F. Capuzzi

Sono presentati due argomenti di Analisi Funzionale che integrano i programmi dei corsi di Metodi matematici della Fisica di primo livello.

1) Teoria del risolvente e spettro di un operatore chiuso: equazioni di Dyson, metodi di determinazione degli spettri, decomposizione spettrale di operatori autoaggiunti ed unitari, calcolo funzionale operatoriale, spettri continui di tipo assolutamente continuo e singolare. Rappresentazione di uno spazio di Hilbert astratto con il metodo degli autovettori impropri di Dirac: rigorosizzazione del metodo, limiti di applicabilità e corretto significato delle equazioni d'uso.

2) Teoria delle distribuzioni: prodotti, convoluzioni e, nel caso temperato, loro trasformate di Fourier. Applicazioni alla soluzione di equazioni integrali di Fredholm di tipo convoluzionale. Teoria dei sistemi lineari causali in contesto distribuzionale: ruolo delle convoluzioni nella relazione tra risposta ed eccitazione, relazioni di dispersione.

Dispense

METODI STATISTICI DELLA FISICA (FIS/01)

P. Pedroni

Richiami di calcolo delle probabilità elementare. Calcolo delle probabilità per più variabili, gaussiana multivariata. Funzioni di una o più variabili aleatorie, densità di Student e Snedecor. Statistica di base: intervalli di confidenza frequentisti, stima di probabilità, di medie, di varianze e di coefficienti di correlazione. Statistica non parametrica, applicazione a problemi biosanitari. Elementi di statistica bayesiana ed applicazioni significative. Fondamenti e prime applicazioni del metodo Monte Carlo. Massima verosimiglianza, stima di parametri e verifica di ipotesi, applicazione a problemi biosanitari. Metodo dei minimi quadrati ed applicazione di programmi di minimizzazione a casi concreti.

Testo consigliato

A. Rotondi, P. Pedroni, A. Pievatolo "Probabilità", Statistica e Simulazione", ed. Springer. Fotocopie delle trasparenze utilizzate durante le lezioni.

MUSEOLOGIA SCIENTIFICA (FIS/08)

L. Fregonese

Il corso si rivolge ai futuri insegnanti ma anche agli studenti che vogliono arricchire il proprio bagaglio culturale con elementi essenziali sui musei di tipo scientifico e storico-scientifico. Queste istituzioni, sempre più numerose in Italia e all'estero, trasmettono l'immagine della scienza e della sua storia al grande pubblico e hanno perciò un compito culturale di grande importanza.

Il corso ha un'impostazione prevalentemente storica e focalizza perciò l'attenzione su una serie di tappe fondamentali del collezionismo scientifico dal Cinquecento a oggi. Si considerano in primo luogo le "camere delle meraviglie" tipiche del Cinquecento e del Seicento, evidenziando soprattutto le radici aristoteliche delle classificazioni e dei criteri espositivi adottati. Si procede analizzando lo sviluppo dei gabinetti scientifici nel Settecento in stretto



collegamento con i nuovi criteri che si affermano nelle varie discipline scientifiche. I grandi cambiamenti introdotti dalla Rivoluzione Francese nella concezione e nelle finalità del collezionismo scientifico vengono illustrati attraverso l'analisi dei documenti di fondazione di due grandi enti, il Muséum d'Histoire Naturelle e il Conservatoire des Arts et Métiers. Una trattazione specifica viene dedicata alla storia e alla configurazione attuale del Deutsches Museum di Monaco e dell'Exploratorium di San Francisco, importanti capostipiti, che esemplificano rispettivamente l'integrazione tra la scienza e la sua storia e l'approccio spettacolare ma limitato alla sola scienza tipico degli Science Centre.

Il corso illustra anche l'immenso patrimonio storico-scientifico posseduto dall'Università di Pavia e presenta alcune delle iniziative per valorizzarlo. Vengono infine forniti gli elementi di base per la classificazione e la catalogazione dei beni culturali scientifici.

PLASMI ASTROFISICI (FIS/05)

M. Bornatici

Introduzione: Lo stato di plasma. Quasi-neutralità. Debye shielding. Equilibrio termodinamico: distribuzione di Maxwell-Boltzmann. Parametri fondamentali del plasma. Plasmi tipici in laboratorio ed in natura.

Moto di una particella carica in campi elettromagnetici: Moto in un campo magnetico i) costante e uniforme e ii) debolmente non-omogeneo. Invariante adiabatico. Specchi magnetici. Deriva dovuta a i) gradiente del campo magnetico e ii) alla curvatura delle linee magnetiche. Moto in campo elettrico e magnetico.

Plasma in campo elettrico quasi-stazionario: Legge di Ohm. Frizione dovuta alle collisioni coulombiane. Frequenza di collisione elettrone-ione. Elettroni runaway. Campo di Dreicer. Resistività di Spitzer.

Descrizione cinetica di un plasma: Funzione di distribuzione delle velocità. Spazio delle fasi. Equazione di Boltzmann ed equazione di Vlasov. Il campo self-consistente. Distribuzione di Maxwell-Boltzmann e sue proprietà.

Teoria cinetica delle onde: Linearizzazione dell'equazione di Vlasov e soluzione mediante il metodo delle caratteristiche. Costante dielettrica longitudinale e trasversa di un plasma non-magnetizzato. Relazione di dispersione delle i) onde di Langmuir, ii) onde trasverse e iii) onde ionico-acustiche. Smorzamento di Landau. Risonanza Cerenkov e suo significato fisico.

Equazioni di trasporto: Valori medi e momenti della funzione di distribuzione nello spazio delle velocità. Equazioni di continuità e di trasporto del momento. Tensore di pressione. Equazioni di trasporto dell'energia. Flusso di calore. Le equazioni dell'idrodinamica. Legge di Ohm generalizzata (effetti termoelettrici ed effetto Hall). Limite di conducibilità infinita. Elettrodinamica dei processi quasi-stazionari. Diffusione e congelamento del campo magnetico.

Descrizione magnetoidrodinamica (MHD) di un plasma: Equazioni MHD. La (densità di) forza magnetica. Campi "force-free". Equazione di Helmholtz e soluzione di interesse per la corona solare. L'elicità magnetica. Onde MHD (onde di Alfvén, onde di shear di Alfvén, onda magneto-ionica lenta e veloce. Smorzamento resistivo e gravitazionale delle onde di Alfvén e rilevanza per il vento solare.

Trasporto della radiazione in un plasma: Flusso radiativo e tensore di pressione della radiazione. Caso del corpo nero. L'equazione del trasporto radiativo (processi di emissione spontanea e stimolata, assorbimento e scattering). Momenti dell'equazione del trasporto radiativo. L'approssimazione "conduzione della radiazione". L'opacità radiativa. L'equilibrio radiativo.

Processi nucleari di interesse astrofisico: Effetto tunnel. Sezione d'urto di Gamow. La reattività ed il rateo delle reazioni. La catena p-p-I.

Modello standard del Sole (SSM): Il problema del neutrino solare. L'equazione per la luminosità. L'equazione SSM e soluzione numerica in forma di tabelle e grafica. Caratteristiche fisiche salienti. SSM dal punto di vista globale.



Atmosfera stellare: fotosfera, cromosfera, e corona. Soluzione dell'equazione del trasporto radiativo per una atmosfera a strati piani paralleli. Legge del "limb darkening". Problema del riscaldamento della corona solare. Struttura magnetica della corona solare. Le osservazioni della sonda Ulisse. "Solar flares and radio bursts".

Il vento solare: Composizione. Vento solare lento e veloce. Il modello di Parker (vento solare non-magnetizzato). Il modello di Weber-Davis di vento solare magnetizzato. Il momento angolare Sole-vento solare.

Campi magnetici in plasmi astrofisici: La riconnessione magnetica.

RADIOATTIVITÀ II (FIS/04)

G. Bendiscioli

Decadimento gamma e proprietà della radiazione elettromagnetica. Principi di invarianza e leggi di conservazione. Non conservazione della parità nel decadimento beta. Elicità del neutrino e dell'elettrone. Particelle e antiparticelle. Equazione di Dirac per le particelle di spin 1/2. Elementi di teoria V-A del decadimento beta. Energia solare ed elementi di nucleosintesi. Il problema dei neutrini solari. Neutrini massivi e di Majorana. Esperimenti sul doppio decadimento beta. Esperimenti sulle oscillazioni di neutrino.

Testi consigliati

G. Bendiscioli, Fenomeni radioattivi e dintorni, La Goliardica Pavese;

G. Bendiscioli e A. Panzarasa, La datazione con il radiocarbonio, La Goliardica Pavese.

RADIOBIOLOGIA (MED/36)

A. Ottolenghi

Obiettivo generale del corso è lo studio dei meccanismi d'interazione radiazione-materia e radiazione-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 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

Il corso illustra i fondamenti fisici e matematici della teoria della relatività generale di Einstein. Vengono introdotte in maniera sistematica le tecniche di geometria differenziale necessarie alla formulazione della teoria e si analizzano in dettaglio le proprietà della struttura causale dello spaziotempo, la teoria dei buchi neri, e la cosmologia relativistica.

SIMULAZIONE IN CAMPO BIOSANITARIO (FIS/07)

S. Altieri

Il corso si propone di far conoscere agli studenti programmi di simulazione Monte Carlo (MCNP, GEANT, FLUKA ...) utilizzati in vari campi della ricerca per il trasporto di particelle cariche, neutroni e raggi gamma. Questi programmi, dopo un'introduzione alla loro struttura generale e alle tecniche di riduzione di varianza, verranno impiegati dallo studente per la soluzione di problemi in campo biosanitario quali la progettazione e il calcolo di schermature per neutroni e raggi gamma e il calcolo della distribuzione della dose di radiazione in vari materiali.



SPETTROSCOPIA DELLO STATO SOLIDO (FIS/03)

E. Reguzzoni

Il programma del corso è coordinato con quello dei corsi di Fisica dello stato solido e di Fisica dei materiali ed è mirato in vista di una tesi nella Fisica dei semiconduttori e della Scienza dei materiali. Inoltre, alcune variazioni al programma di base e approfondimenti di particolari problemi possono essere presi in considerazione tenendo conto delle esigenze dello studente per il suo lavoro di tesi o per la sua preparazione di base. Per esempio, gli argomenti che lo studente può sviluppare, alternativamente al programma di base del corso e interessanti ricerche svolte nel Dipartimento, possono riguardare tecniche di risonanza magnetica nucleare e paramagnetica elettronica, tecniche spettroscopiche applicate nella fisica dei materiali, nella diagnostica medica e nella analisi ambientale etc. Per quanto riguarda il programma di base del corso, vengono considerati alcuni dei seguenti problemi dello studio della struttura della materia che possono essere affrontati sperimentalmente con metodi di spettroscopia ottica:

- 1) Onde elettromagnetiche e costanti ottiche ed elettriche; teoria classica e quantistica dell'assorbimento e della dispersione; analisi di dati sperimentali quali spettri di assorbimento rotovibrazionale di molecole biatomiche e poliatomiche.
- 2) Proprietà ottiche e vibrazioni reticolari di solidi cristallini semiconduttori e isolanti. Viene presentata una serie di risultati sperimentali (spettri di assorbimento e riflettività) e interpretata sulla base dei modelli teorici prima proposti.
- 3) Proprietà ottiche da cariche libere in semiconduttori e caratterizzazione di semiconduttori drogati.
- 4) Proprietà ottiche fondamentali di cristalli semiconduttori e isolanti. Dopo un richiamo ai modelli di teoria a bande per gli strati elettronici, viene presentata e discussa una vasta serie di dati sperimentali sull'assorbimento e la riflettanza di importanti solidi cristallini quali Ge, Si, semiconduttori III-V e II-VI, alogenuri alcalini, etc. Vengono anche introdotte le proprietà ottiche di buche quantiche e superreticoli.
- 5) Descrizione di apparati sperimentali di spettroscopia ottica usate sia per la ricerca fondamentale che per la caratterizzazione di cristalli semiconduttori.

Testo consigliato

F. Wooten, Optical properties of solids, 1972, Academic.

STORIA DELL'ELETTROMAGNETISMO (FIS/08)

L. Fregonese

Il corso introduce alle varie fasi della formazione delle teorie e dei programmi di ricerca: la sperimentazione qualitativa nel Seicento e Settecento, culminante con la formulazione della legge di Volta nel 1784 e di Coulomb nel 1785; gli sviluppi della teoria matematica del potenziale; la scoperta della pila, le esperienze di Oersted e le leggi di Biot-Savart, Ampère (1820) e Ohm (1827); lo sviluppo dell'elettrodinamica, cioè il filone dell'azione a distanza in particolare con Weber (1846) in Germania; l'affermarsi delle teorie dell'azione a contatto di Faraday e Maxwell in Inghilterra; il dibattito nella seconda metà dell'Ottocento tra le concezioni inglesi dell'azione per contatto e tedesche dell'azione a distanza; la soluzione del dibattito con la sintesi di Lorentz; lo sviluppo della teoria della relatività speciale a partire dalla teoria dell'elettrone di Lorentz.

STORIA DELLA FISICA (FIS08)

F. Bevilacqua

Il corso analizza lo sviluppo della fisica tra Galileo ed Einstein. Pone l'accento sulle elaborazioni dei vari modelli concettuali e dei principi generali, sulle formulazioni matematiche e sui risultati dei principali esperimenti. Particolare attenzione viene dedicata ai dibattiti scien-



tifici, alle interpretazioni alternative dei dati sperimentali, al contesto delle “scoperte” scientifiche. Il corso si articola in case studies, ove vengono esaminati i lavori originali degli scienziati, le loro biografie, il rapporto tra le prime formulazioni delle leggi e delle teorie e le versioni fornite dai libri di testo odierni. Durante il corso si fa largo uso delle collezioni universitarie di libri e strumenti antichi, dei testi pubblicati nella Collana di Storia della Scienza dell'Università di Pavia e di metodologie e tecnologie di tipo ipermediale, elaborate dal Gruppo di Storia e Didattica della Fisica del Dipartimento A. Volta.

Le analisi storiche vengono accompagnate da discussioni di carattere storiografico, epistemologico e di science education. Esempi di case studies sono: Galileo e la caduta dei gravi; Legge della rifrazione e principi di minimo; Massa inerziale e gravitazionale in Newton; L'elettrostatica di Volta; Coulomb e la bilancia di torsione; Il ciclo di Carnot; Formulazioni alternative del principio di conservazione dell'energia; Le esperienze di Hertz; Le esperienze di Michelson e Morley e la teoria di Lorentz; Induzione elettromagnetica e relatività speciale; Il principio di equivalenza di Einstein. Sia i testi che gli strumenti ipermediali sono a disposizione degli studenti.

Corso non attivato nel presente anno accademico. Viene attivato ad anni alterni con il corso di Storia della relatività e meccanica quantistica.

STORIA DELLE SCIENZE (M-STO/05)

F. Bevilacqua

Vengono introdotti alcuni significativi sviluppi delle discipline scientifiche tra il Seicento ed il Novecento attraverso la discussione di “case studies” specifici. Questi vengono inquadrati nella “rivoluzione scientifica” del Seicento (astronomia, meccanica, ottica) e nella trasformazione (fisiologia, geologia) e quantificazione (elettricità, chimica) delle discipline sperimentali a fine Settecento. Ad altri episodi storici di rilievo fanno da sfondo la matematizzazione delle discipline sperimentali ai primi dell'Ottocento (elettricità, termologia), l'emergere, a fianco delle scienze sperimentali e matematiche, delle discipline teoriche nella seconda metà dell'Ottocento (conservazione dell'energia, elettromagnetismo, evoluzione). Infine la nuova “rivoluzione scientifica” dei primi del Novecento (relatività, meccanica quantistica) e la trasformazione dell'impresa scientifica in “big science” nella seconda metà del Novecento conducono ai recenti dibattiti su “emergenza e riduzionismo” della fine del Novecento. Esempi di case studies: La “Rivoluzione scientifica”: caratteri generali; scienze classiche e baconiane, continuità e discontinuità, le quattro componenti, la tradizione cartesiana, newtoniana e leibniziana. La rivoluzione astronomica (Copernico, Galileo, Keplero). La meccanica di Galileo: la caduta dei gravi. Newton: la meccanica e l'ottica. La conservazione della forza viva: Descartes e Leibniz; fisica delle traiettorie e fisica delle posizioni. Causalità e teleologia in ottica: la rifrazione secondo Descartes e secondo Fermat. La quantificazione delle scienze baconiane ed il modello standard: l'elettricità in Volta e Coulomb. Lavoisier e la rivoluzione chimica. La scoperta del tempo nelle scienze naturali: Buffon e il declino dell'antropocentrismo. Fisiologia e fisica: Galvani, Volta e le contrazioni delle zampe delle rane. La matematizzazione delle scienze baconiane: la scuola laplaciana. Fisica e filosofia: emergere delle discipline teoriche e il principio di conservazione dell'energia. Azione a contatto ed azione a distanza in elettromagnetismo: Faraday, Weber e Maxwell la “scoperta” delle onde elettromagnetiche e la conservazione locale dell'energia. Darwin e la teoria dell'evoluzione. Il dibattito sui fondamenti a fine Ottocento e la “Rivoluzione scientifica” dei primi del Novecento: origini empiriche e teoriche della relatività di Einstein. Da small a big science: il progetto Manhattan ed il modello standard della fisica delle particelle elementari. La nascita delle neuroscienze. Emergenza e riduzionismo. La valutazione, basata su un esame scritto, verterà su una parte generale obbligatoria, e su almeno quattro case studies, a scelta. Verrà inoltre valutata una raccolta autonoma di



materiali fatta durante il corso (portfolio), da consegnare prima della fine delle lezioni. Le tecnologie informatiche saranno ampiamente utilizzate sia per il reperimento delle fonti che per la presentazione delle lezioni. Articoli originali e dispense saranno forniti durante il corso e pubblicati sul sito <http://ppp.unipv.it>. o sul blog del corso

Testi consigliati

Per la parte metodologica la conoscenza di:

T. KUHN, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, trad. it., Torino, Einaudi, 1978 Id,
La tensione essenziale. Cambiamenti e continuità nella scienza, trad. it., Torino, Einaudi, 1985, (capitoli III, IV e VIII)

Per la parte generale la conoscenza di almeno uno dei manuali qui indicati:

R. MAIOCCHI, *Storia della scienza in Occidente*, Firenze, La Nuova Italia, 1995, (Parte V, VI, VII e VIII)

P. ROSSI, a cura di, *Storia della scienza moderna e contemporanea*, Torino, Utet, 1988, Vol. I (capitoli VI, VII, XIV, XV, XVII, XXV e XXVIII), Vol. II (capitoli VIII, XXII, XXIV, XXVII e XXXIX), Vol. III (capitoli XIV e XXII)

P. ROSSI, *La nascita della scienza moderna in Europa*, Roma-Bari, Laterza, 1997

M. MAMIANI, *Storia della scienza moderna*, Roma-Bari, Laterza, 1998

Per le parti monografiche, ossia i "case studies" come introduzione generale:

S. F. MASON, *Storia delle scienze della natura*, trad. it., Milano, Feltrinelli, 1971, vol. I; vol II. Saranno inoltre di volta in volta indicate le fonti primarie e secondarie e la bibliografia specifica.

A. Einstein e L. Infeld, *L'evoluzione della fisica*, Torino, Boringhieri

STRUMENTAZIONE FISICA BIOSANITARIA (FIS/07)

M. Corti

Modalità operative e principi di funzionamento della strumentazione elettronica più largamente diffusa nel settore diagnostico e biomedicale. Tecniche di tomografia a risonanza magnetica (RM): sistemi a corpo intero e sistemi dedicati (encefalo, arti distali, etc). Tecniche ultrasonografiche: produzione e rivelazione di ultrasuoni, ecografia, ecocardiografia, ecodoppler, ecotomografia. Apparat per misure di flusso e pressione ematica, di viscosità ematica generale e capillare, di metabolismo basale, di traccati ECG, EEG e EMG. Applicazioni dello SQUID per lo studio dei segnali magnetici del cervello. Termografia e spettroscopia infrarossa in vivo. Gli argomenti trattati a lezione saranno oggetto di sperimentazione "in vivo" utilizzando strumentazione diagnostica biomedicale dedicata (tomografo NMR dedicato agli arti distali, ecografo, viscosimetro, etc.).

TECNICHE DIAGNOSTICHE I (FIS/07)

D. Scannicchio

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.

TECNICHE DIAGNOSTICHE II (FIS/07)

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).

TECNOLOGIE DELLA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA (FIS08)

L. Falomo

Il corso si propone di introdurre lo studente alle nuove tecnologie ipermediali ed alle profonde implicazioni che queste hanno avuto sui sistemi di accesso e di comunicazione dell'informazione. Durante le lezioni verranno via via presentate nuove interpretazioni sia dei termini tradizionali di aula, laboratorio, biblioteca, museo, lavoro di gruppo, comunità di interessi, sia delle figure legate alla formazione ed alla diffusione della cultura scientifica. Particolare risalto sarà dato alle applicazioni e alle pratiche tipiche del Web 2.0, importanti supporti per comunicare la scienza, per insegnare e apprendere, in modo più partecipato e collaborativo.

TEORIA DEI GRUPPI CON APPLICAZIONE ALLA FISICA (FIS/03)

G. Campagnoli

Il corso costituisce una introduzione ai principi di simmetria ed all'applicazione della teoria dei gruppi in fisica .

Contenuti:

Simmetria ed invarianza. Simmetrie dinamiche. Simmetrie geometriche nelle molecole e nei cristalli. Gruppi di simmetria. Elementi di teoria dei gruppi astratti. Gruppi finiti. Le rappresentazioni irriducibili dei gruppi finiti. I gruppi $SO(3)$ ed $O(3)$ dal punto di vista elementare. I gruppi puntuali; i caratteri dei gruppi puntuali. Le rappresentazioni irriducibili ad un valore di $SO(3)$. Vettori e tensori irriducibili. Il gruppo simmetrico. Elementi di teoria dei gruppi di Lie. Rappresentazioni a molti valori. Rappresentazioni a due valori di $SO(3)$. Il gruppo $SU(2)$. Spinori a due componenti. I generatori di $SO(3)$. Inversione temporale. Simmetrie di una hamiltoniana. Perturbazione di livelli degeneri. Perturbazioni dipendenti dal tempo. Regole di selezione.

TEORIA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI (FIS/02)

O. Nicosini

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 e principali caratteristiche fenomenologiche. Effetti perturbativi a 1-loop: polarizzazione del vuoto in QED e QCD, libertà asintotica della QCD. 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.

TEORIA FISICA DELL'INFORMAZIONE (FIS/03)

G. D'Ariano

Il corso riguarda la teoria della misurazione quantistica, dei sistemi quantistici aperti e dell'informazione quantistica. Si tratta la teoria generale delle operazioni quantistiche, includendo le misurazioni non ortogonali e i canali quantistici, con i relativi teoremi di realizzabilità fisica ed applicazioni, fra i quali misurazioni covarianti, congiunte, teletrasporto quantistico e codifica superdensa. Enfasi viene data ai concetti di non località e entanglement. Si tratta quindi la teoria dell'informazione (entropie di Shannon e von Neumann, mutua informazione e rispettive proprietà e disuguaglianze), i teoremi di Shannon, Holevo, Schumaker, i teoremi del data processing classico e quantistico. Si tratta la teoria quantistica della stima e la teoria della rivelazione ottimale e della discriminazione fra stati. Il corso contiene anche una parte dedicata alla recente teoria delle trasformazioni di entanglement.

E' consultabile il sito

www.meccanicaquantistica.it, alla voce educational.

Testo consigliato

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

TEORIA QUANTISTICA DEI CAMPI (FIS/02)

F. Miglietta

Il corso, che ha carattere avanzato rispetto ad Elettrodinamica Quantistica, prevede i seguenti argomenti. Approfondimenti sull'equazione di Dirac, trasformazione di Foldy-Wouthuysen, equazioni di Weyl e di Majorana. Quantizzazione alla Feynman. Introduzione ai metodi funzionali in teoria quantistica di campo. Rinormalizzazione e gruppo di rinormalizzazione, sviluppati su un modello di campo scalare autointeragente. Identità di Ward-Takahashi in elettrodinamica quantistica. Cenni alla rinormalizzazione per l'elettrodinamica quantistica.

PARTE TERZA

STRUTTURA E ATTIVITÀ DEI DIPARTIMENTI FISICI

DIPARTIMENTO DI FISICA "A. VOLTA"

Via Bassi, 6

Numeri telefonici

Informazioni 0382/987471

Direzione 0382/987472

Segreteria 0382/987474-987473-987701 (tel. e fax)

Presso il Dipartimento hanno sede le Unità dell'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia, dei Gruppi Nazionali di Struttura della Materia e di Fisica dei Plasmi del CNR, nonché i Gruppi per la Didattica e la Storia della Fisica.

DIPARTIMENTO DI FISICA NUCLEARE E TEORICA

Via Bassi, 6

Numeri telefonici

Informazioni 0382/987471

Direzione 0382/987626

Segreteria 0382/987436 - 987584

Segreteria Amministrativa 0382/987577

Presso il Dipartimento ha sede la Sezione di Pavia dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).

ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA

I gruppi di ricerca afferenti ai due Dipartimenti di Fisica sono impegnati in tematiche tra le più attuali della Fisica moderna. Per darne un quadro sintetico di riferimento, si possono citare le seguenti linee:

FISICA SPAZIALE

FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE (sperimentale e teorica)

FISICA DEGLI STATI CONDENSATI (sperimentale e teorica)

OTTICA QUANTISTICA

TEORIA DEL PLASMA

FISICA STATISTICA

TEORIA QUANTISTICA DEI CAMPI

RELATIVITÀ ED ELETTROMAGNETISMO NEI CONTINUI MATERIALI

FONDAMENTI DI MECCANICA QUANTISTICA

METODI GEOMETRICI IN TEORIA DEI CAMPI

FISICA APPLICATA

DIDATTICA DELLA FISICA

STORIA DELLA FISICA

Nel loro complesso le attività di ricerca in Fisica svolte presso l'Ateneo pavese sono ritenute, sia sul piano nazionale che su quello internazionale, di assoluto valore.



FISICA SPAZIALE

Le linee di ricerca in fisica spaziale riguardano la progettazione, l'esecuzione e l'analisi di misure di precisione di distanze e di velocità con satelliti artificiali, sia in orbita terrestre che interplanetaria. Un programma pluriennale di ricerca in questo ambito riguarda il tentativo di rivelazione di onde gravitazionali mediante la misura dell'effetto Doppler di satelliti interplanetari. Queste ricerche riguardano anche le condizioni fisiche dello spazio extraterrestre le caratteristiche strumentali e l'analisi numerica dei dati.

FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE

In stretta collaborazione con i centri nazionali ed internazionali più accreditati (CERN, FERMILAB, JLAB, GRAN SASSO, FRASCATI, MAINZ etc.) viene condotta una ormai consolidata attività di studio dell'"infinitamente piccolo", del mondo cioè 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. In particolare l'attività di ricerca sia teorica sia sperimentale riguarda lo studio della produzione di quark leggeri e pesanti, dell'interazione materia-antimateria delle oscillazioni di neutrino, dei neutrini solari, della stabilità della materia, dei decadimenti radioattivi, delle interazioni di fotoni e protoni con nuclei, degli ipernuclei nonché lo studio della possibile sperimentazione a futuri grandi acceleratori.

Si tenta così di creare un ponte concettuale tra l'atomo e le particelle elementari: il punto di riferimento è la 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.

FISICA DEGLI STATI CONDENSATI

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, 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 di sistemi a valenza intermedia e fermioni pesanti. Sono inoltre condotti studi di ottica lineare e non lineare in ferroelettrici misti ed in ossidi di Zirconio stabilizzati.

Risonanza magnetica. E' studiata la dinamica delle eccitazioni di spin e di carica in sistemi che manifestano transizioni di fase. Tuttavia 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, mentre misure di calore specifico e di altre proprietà di trasporto associate a tecniche NMR sono usate per lo studio delle transizioni di fase martensitiche.

Con tecniche NMR sono studiati fenomeni magnetici in ossidi di metalli di transizione.

Inoltre con tecniche EPR sono studiati fenomeni magnetici in ossidi di metalli di transizione.

Fisica dei dielettrici. Studio di motori dielettrici con geometria piana il cui statore possa



essere realizzato in modo integrato su circuiti stampati; motori basati sull'interazione elettrostatica tra cariche indotte su superfici conduttrici. Studio dello spettro elettromagnetico delle emissioni di materiali isolanti o semiconduttori sottoposti a compressione uniassiale sia prima della frattura, in relazione alla propagazione di microfratture all'interno del materiale, sia alla frattura in connessione con la rottura macroscopica del campione. Studio dei processi di melting di particelle di dimensioni nanometriche confinate in matrice dielettrica. *Fisica Teorica.* Gli studi di fisica teorica dei solidi e dei liquidi riguardano in parte sistemi già menzionati in relazione alle misure sperimentali condotte in sede, in parte riguardano problematiche differenti. Sono argomenti attivi di ricerca il calcolo degli stati elettronici in molecole ed eterostrutture derivate da semiconduttori. 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". Vengono studiate le proprietà ottiche di eterostrutture e microcavità di semiconduttore ed inoltre sistemi innovativi quali i cristalli fotonici. Inoltre mediante tecniche teoriche-computazionali è studiata la meccanica statistica di fasi condensate quali liquidi, reticoli di spin e cristalli liquidi.

OTTICA QUANTISTICA E TEORIA QUANTISTICA DELL'INFORMAZIONE

Si studiano metodologie sperimentali innovative per la calibrazione quantistica di dispositivi di misurazione, nonché si progettano apparati di misura di futura generazione "programmabili" e "universali". Parallelamente si progettano nuovi esperimenti per verifiche di fondamento sull'entanglement, e si studiano metodi di comunicazioni crittografiche quantistiche, "cloning", e processing quantistico di informazione.

TEORIA DEL PLASMA

Per la Fisica teorica del plasma, vengono studiate la generazione di corrente in un tokamak mediante onde, l'assorbimento e l'emissione di onde elettromagnetiche alle frequenze di risonanza ciclotronica degli elettroni.

FISICA STATISTICA

E' la disciplina che studia i sistemi fisici con moltissimi componenti elementari o comunque nei quali sono importanti i comportamenti caotici.

TEORIA QUANTISTICA DEI CAMPI

E' un complesso di teorie che hanno applicazione in molti settori della fisica, dalle particelle elementari ai nuclei atomici, ai sistemi condensati.

RELATIVITÀ ED ELETTROMAGNETISMO NEI CONTINUI MATERIALI.

Si applicano i metodi della relatività generale allo studio dell'elettromagnetismo e dell'ottica nei continui materiali.

FONDAMENTI DI MECCANICA QUANTISTICA

La meccanica quantistica, indipendentemente dai suoi successi nella previsione delle proprietà e del comportamento dei sistemi fisici, presenta dei problemi di interpretazione che hanno provocato e provocano accese dispute.

METODI GEOMETRICI IN TEORIA DEI CAMPI

Metodi matematici di tipo geometrico si rivelano molto potenti per lo studio delle teorie dei campi sia classici che quantizzati. In particolare tali metodi sono usati per tentare di risol-



vere il problema della quantizzazione del campo gravitazionale cioè di rendere compatibili la meccanica quantistica e la relatività generale.

FISICA APPLICATA

La collaborazione in aree interdisciplinari, ove il lavoro di ricerca è più frequentemente rivolto all'applicazione immediata, è ormai una tradizione consolidata della Fisica pavese. Gli impegni assunti nel passato, insieme a quelli tuttora attivi, vanno dalla realizzazione di originali apparecchiature elettro-medicali alla messa a punto di sistemi logici che simulano processi biologici e di sistemi di depurazione di liquidi dal fall-out radioattivo, dallo studio della diffusione ambientale di inquinanti chimici e radioattivi liberati in incidenti, alla messa a punto di nuove tecniche informatiche, dalla progettazione di nuovi rivelatori alla messa a punto di metodologie per la cura dei tumori mediante radiazioni nucleari (in particolare neutroni), dallo studio degli effetti biologici delle radiazioni alla realizzazione di apparati per la misura delle caratteristiche di fasci di particelle (neutroni, protoni, fotoni etc).

Altri indirizzi di ricerca nel campo della Fisica Applicata riguardano lo studio delle proprietà elettroniche che controllano il funzionamento dei moderni dispositivi a stato solido (basati su semiconduttori, semimetalli, siliciuri di metalli di transizioni, semiconduttori iperdrogati e magnetici), la realizzazione di tecniche di risonanza nucleare (NMR-NQR) risolta in spazio per l'impiego in sistemi condensati eterogenei, lo studio con risonanza elettronica (EPR) di reperti archeologici e della cinetica di trasformazione di ceramiche biocompatibili nonché degli effetti di radiazione in silice.

Infine va segnalato lo studio dei fenomeni di inquinamento ambientale. Sono state di particolare rilevanza gli studi della contaminazione del terreno dovuti all'incidente chimico di Seveso nel 1976 e dell'inquinamento di aria e terreno dovuto all'incidente di Chernobyl del 1986. Gli studi implicano l'applicazione avanzata di tecniche frattali a fenomeni non lineari.

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 (cofinanziamento MURST e CNR) e internazionali (STEDE: Science Teacher Education Development in Europe).

STORIA DELLA FISICA ED EPISTEMOLOGIA

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 meccanicista 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.



COLLANE

Collana di Storia della Scienza, diretta da F. Bevilacqua.

Quaderni di Fisica Teorica, diretta da S. Boffi (<http://www.pv.infn.it/~boffi/quaderni.html>).

Percorsi della Fisica, diretta da G. Giuliani.

Collana di Fisica Sperimentale, diretta da G. Bendiscioli.

I volumi sono disponibili in Biblioteca.

BIBLIOTECA FISICA “ALESSANDRO VOLTA”

Via A. Bassi, 6 - Tel. 987510 - fax 987262

E-mail: biblioteca.fisica@unipv.it

La Biblioteca interdipartimentale, istituita nel 1985, proviene dalla fusione delle preesistenti biblioteche dell'Istituto di Fisica, dell'Istituto di Fisica Nucleare e dell'Istituto di Fisica Teorica. E' 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.

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. E' di recente istituzione la sezione multimediale a scopo didattico e divulgativo.

La Biblioteca partecipa al Catalogo Unico di Ateneo (OPAC), al Catalogo Italiano dei Periodici (ACNP) e al Catalogo del Sistema Bibliotecario Nazionale (SBN).

Servizi e cataloghi sono accessibili dalla pagina web <http://siba.unipv.it/fisica>.

DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA

Il Dipartimento di Fisica “A. Volta” e il Dipartimento di Fisica Nucleare e Teorica, concorrono 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.

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 tre curricula. Essi partecipano ai programmi di ricerca che si svolgono nel Dipartimento di Fisica «A. Volta» e nel Dipartimento di Fisica Nucleare e Teorica, programmi finanziati in parte dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, dall'Istituto Nazionale di Fisica della Materia, ASI, CEE e dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e 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 e Berkeley, Colorado a Boulder, Washington a Seattle, Iowa a Ames, Purdue a Lafayette, Stony Brook a New York, Paris 6 a Pierre e Marie Curie e Cracovia. 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 partecipanti. Il programma prevede lo scambio di docenti nonché l'attribuzione di un International Certificate of Doctoral Studies (ICDS).

Sito web: <http://dottorato-fisica.pv.infn.it/>



ISTITUTO UNIVERSITARIO DI STUDI SUPERIORI DI PAVIA

c/o Collegio Giasone del Maino
Via Luino, 4

Telefono Segreteria Istituto 0382 375811

Telefono Segreteria Scuola Universitaria Superiore 0382 375822

Telefono Segreteria Scuola Avanzata di Formazione Integrata 0382 375823

Fax 0382 375899

E mail iuss@unipv.it

Internet www.unipv.it alla voce Studi Superiori o direttamente www.unipv.it/iuss

L'Istituto Universitario di Studi Superiori (IUSS), nato a seguito di un accordo sottoscritto tra il Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica e l'Università di Pavia (in collaborazione con i Collegi Borromeo, Ghislieri, Nuovo e S. Caterina da Siena e con l'Istituto per il Diritto allo Studio Universitario), offre percorsi formativi di alta qualificazione, sia pre che post-laurea; in particolare organizza la Scuola Universitaria Superiore (SUS), la Scuola Avanzata di Formazione Integrata (SAFI) e alcune Scuole Europee di Studi Avanzati (ESAS).

Destinato ad estendere la rete dei centri di eccellenza sinora rappresentati in Italia dalla Scuola Normale Superiore di Pisa, dalla Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa e dalla SISSA di Trieste, lo IUSS ha recentemente sottoscritto con queste ultime e con la Scuola Superiore di Catania e l'ISUFI di Lecce un accordo di collaborazione finalizzato all'avvio e alla conduzione di progetti pilota nel campo della formazione universitaria, dell'alta formazione e della ricerca.

SCUOLA UNIVERSITARIA SUPERIORE (SUS) – PRE-LAUREA

Propone agli studenti più impegnati, sul modello della Scuola Normale di Pisa, itinerari formativi e cognitivi avanzati di carattere interdisciplinare, da svolgere durante il normale corso di laurea. Alla Scuola si accede per concorso nazionale, una volta che si è già iscritti all'Università. Sono previste borse di studio.

SCUOLA AVANZATA DI FORMAZIONE INTEGRATA (SAFI) – POST-LAUREA

Si rivolge ai laureati che affrontano la specializzazione o il dottorato di ricerca. La Scuola, che dura tre anni, organizza corsi di carattere interdisciplinare, adatti ad assicurare un bagaglio culturale ampio, diversificato e aggiornato, necessario sia a svolgere in modo efficace e moderno funzioni dirigenziali ad alto livello, sia alla stessa prosecuzione della carriera scientifica. Sono previste borse di studio.

SCUOLE EUROPEE DI STUDI AVANZATI (ESAS) - POST-LAUREA

Organizzano Master Universitari Internazionali in corrispondenza alle effettive domande sociali di formazione, in un quadro di collaborazioni europee e in stretto collegamento con le imprese; la docenza è affidata sia a professori universitari sia a figure del mondo imprenditoriale. I Corsi sono residenziali, hanno durata annuale e vi si accede per concorso nazionale. Al termine dell'attività didattica in aula sono previsti stages in aziende e in pubbliche amministrazioni. Sono erogate borse di studio a copertura della quota di iscrizione e delle spese di alloggio a Pavia.

Attualmente sono attive le seguenti Scuole:

- Cooperazione e Sviluppo
- Gestione Integrata dell'Ambiente
- Metodi per la Gestione di Sistemi Complessi
- Riduzione del Rischio Sismico



- Scienza dei Materiali
- Scienza e Tecnologia dei Media
- Tecnologie Nucleari e delle Radiazioni Ionizzanti

SCUOLA DI SPECIALIZZAZIONE PER L'INSEGNAMENTO SECONDARIO INDIRIZZO FISICO-INFORMATICO-MATEMATICO

La Scuola ha come obiettivo istituzionale la prima formazione degli insegnanti della scuola secondaria e consente di acquisire un diploma che ha valore di esame di Stato, abilita all'insegnamento per le classi relative all'indirizzo e dà diritto, secondo la normativa vigente, all'inserimento nelle graduatorie permanenti per l'immissione in ruolo nelle scuole secondarie.

Per l'indirizzo Fisico-Informatico-Matematico nella Sezione di Pavia sono attive la Classe 49A (Matematica e Fisica) e la Classe 59A (Scienze matematiche, chimiche, fisiche e naturali nella scuola media). Responsabile dell'indirizzo FIM è la prof. Anna De Ambrosis. Direttore della Scuola è il prof. Mario Ferrari.

La Scuola ha durata biennale ed è articolata in quattro semestri.

Per conseguire il diploma di specializzazione è necessario avere maturato 120 crediti formativi. Il corso degli studi prevede che non meno del 20 per cento dei crediti sia destinato ad attività didattiche in scienze dell'educazione, non meno del 20 per cento alle didattiche disciplinari, non meno del 20 per cento dei crediti al laboratorio didattico e non meno del 30 per cento al tirocinio. Per quest'ultima attività la Scuola si avvale di docenti in servizio nella Scuola Secondaria e utilizzati in regime di esonero parziale presso l'Università.

Il Consiglio della Sezione può riconoscere crediti che derivano dal percorso formativo precedente, corrispondenti ad attività previste per il curriculum di specializzazione, in misura comunque non superiore a due semestri ed entro il limite di 60 crediti. I curricula relativi ai vari indirizzi sono illustrati nel Manifesto degli studi della Scuola.

L'ammissione alla Scuola avviene per titoli e prove di selezione. Il numero di studenti che possono essere ammessi all'indirizzo Fisico-Informatico-Matematico è fissato ogni anno in base ad una programmazione nazionale.

Informazioni sulla scuola sono disponibili nel sito dell'Università di Pavia (www.unipv.it) e possono essere richieste alla Segreteria della Scuola al seguente recapito telefonico: 0382-539931.

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 e del CRAA-CNR (quest'ultimo a mezzo di convenzione tra Università e CNR) per le attività di ricerca, per la radiochimica e per l'analisi per attivazione neutronica.

Le apparecchiature in dotazione al L.E.N.A. vengono gestite dal Centro ai fini delle attività di ricerca condotte dai ricercatori dell'Università di Pavia, di altre Università o Enti di Ricerca italiani ed esteri. Inoltre il L.E.N.A. costituisce un indispensabile supporto didattico per alcuni insegnamenti delle Facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università di Pavia, di altre Università Italiane, nonché di Istituti Tecnici Industriali con specializzazioni in campo nucleare. Il Reattore Triga Mark II è utilizzato in modo continuo per lo svolgimento delle attività di ricerca dei Dipartimenti di Chimica Generale, Fisica Nucleare e Teorica e del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Centro di Radiochimica e Analisi per Attivazione) e dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Sezione di Pavia). Afferiscono inoltre al Centro ricercatori



della Facoltà di Ingegneria e Medicina.

Si svolgono presso il L.E.N.A. le esercitazioni dei corsi di Chimica Nucleare e di Fisica degli Acceleratori di particelle.

Sul piano esecutivo opera nel L.E.N.A. il seguente personale:

CENTRO GRANDI STRUMENTI

Cascina Cravino, via Bassi, 21 – 27100 Pavia - Tel. 038298.7530 – Fax 0382422251 – e-mail cgs@elicon.unipv.it – <http://elicon.unipv.it>.

Il Centro Grandi Strumenti è un organismo interfaccoltà 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.

Presso le strutture del Centro vengono svolti corsi e seminari specifici sullo sviluppo delle tecniche e metodologie impiegate presso il Centro, destinati a ricercatori e studenti.

Nei Laboratori del Centro vengono svolte *tesi di laurea* da parte di studenti dell'Università di Pavia. Si invitano gli studenti interessati a prendere contatto con i referenti scientifici dei laboratori, come sotto indicato. Qui di seguito viene descritta in breve l'attività dei laboratori che possono essere di interesse per gli studenti in Fisica.

1. Laboratorio di Cristallografia (referente scientifico prof. Vittorio Tazzoli, tel. 0382 50.5870)

Il laboratorio è dotato di un diffrattometro a cristallo singolo a quattro cerchi. Il laboratorio ha un aggiornato *software* cristallografico e possiede una banca dati di circa 200.000 strutture. L'apparecchiatura consente di determinare la disposizione spaziale degli atomi o ioni che costituiscono il campione, nello stato solido, di sostanze organiche, inorganiche, metallo - organiche o di interesse biologico.

2. Laboratorio di Microscopia elettronica

SEM (referente scientifico prof. Bruno Messiga tel. 0382 50.5869). Il Laboratorio è dotato di un Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) che è in grado di fornire immagini di elettroni secondari con una risoluzione fino a 3,5 nm e di eseguire analisi chimiche elementari qualitative e quantitative su materiali solidi naturali e artificiali.

TEM (referente scientifico prof. Alberto Calligaro tel. 0382 50.7272). Il Laboratorio è dotato di un Microscopio Elettronico a Trasmissione (TEM) capace di dare ingrandimenti da 50 a 500.000 ad altissime prestazioni e che viene impiegato sia nell'ambito biomedico che nella scienza dei materiali. Completano il laboratorio le apparecchiature necessarie alla preparazione dei campioni: metalizzatore, ultramicrotomo, stereomicroscopi ottici e a fluorescenza.

3. Laboratorio di Risonanze Magnetiche (referenti scientifici: prof. Attilio Rigamonti tel. 038250.7465 e prof. Piercarlo Mustarelli tel. 038250.7776). Il Laboratorio è dotato di due spettrometri a Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) basati su magneti superconduttore da 9,4 tesla, corrispondenti ad una frequenza di eccitazione del nucleo ^1H di 400 MHz. Si tratta di macchine multinucleari a trasformata di Fourier (FT-NMR) dedicate l'una allo studio esclusivo dei liquidi in alta risoluzione e l'altra allo studio dei solidi mediante esperimenti statici o all'angolo magico.

4. Laboratorio di Spettrometria di massa (referente scientifico prof. Giorgio Mellerio, tel. 038250.7529). Il Laboratorio è dotato di diversi strumenti (BE, Q, ITD, TOF) complessivamente in grado di assicurare ionizzazioni per interazione elettronica (EI), per ionizzazione chimica (CI), per cattura di risonanza in ioni negativi (ECNI), per desorbimento (DCI), per ionizzazione chimica a pressione atmosferica (APCI), per elettro-nebulizzazione (ESI), per



ionizzazione laser assistita da matrice (MALDI). Le analisi possono essere eseguite con introduzione diretta oppure mediante accoppiamento con gascromatografo (GC/MS) o cromatografo liquido (LC/MS). Sono possibili misure in alta risoluzione e in MSⁿ. I sistemi di elaborazione dati degli strumenti sono collegati in rete locale e possono attingere ad un insieme di banche dati con complessivi 320.000 spettri di riferimento.

5. *Laboratorio di Spettroscopie* (tel. 038250.5261 e 5557, per informazioni dott. Luigi Lanfranchi, tel. 038250.7528). Il laboratorio è dotato di diversi strumenti. Uno spettropolarimetro per la determinazione del dicroismo circolare di molecole semplici e di macromolecole. Ad uno spettrofluorimetro per la misura degli spettri di emissione di sostanze fluorescenti in soluzione e in matrice si è recentemente affiancato un sistema spettrofluorimetrico avanzato a singolo conteggio di fotone ad alta sensibilità per la determinazione di tempi di vita degli stati eccitati con possibilità di condurre misure a temperatura variabile. Un sistema strumentale basato sull'effetto Raman fornisce una tecnica non distruttiva che può essere applicata a qualunque sostanza su cui si possa focalizzare un laser, sia essa un solido, un liquido o un gas; inoltre la tecnica Raman si può applicare a sostanze in soluzione acquosa.

IL CENTRO LINGUISTICO

Il Centro Linguistico dell'Università di Pavia è un centro interdipartimentale di servizi che si rivolge agli studenti e al personale docente e tecnico-amministrativo dell'ateneo pavese con lo scopo di promuovere l'apprendimento delle lingue straniere. Dispone attualmente di tre sedi: Laboratori (Palazzo Centrale, Cortile Sforzesco), Sede Cravino (Fac. Ingegneria, aula G1), Uffici (Palazzo Centrale, Cortile Teresiano).

Il Centro svolge le seguenti attività:

1. organizza i cicli di esercitazioni linguistiche e le attività di tutorato dei C.E.L. (Collaboratori ed Esperti Linguistici di lingua madre);
2. organizza corsi di lingue per gli studenti italiani e stranieri in mobilità;
3. è sede d'esame delle certificazioni di lingua inglese dell'Università di Cambridge (tra le quali PET, First Certificate, Proficiency) e della Certificazione di Italiano come Lingua Straniera dell'Università per Stranieri di Siena (CILS);
4. offre il servizio di autoapprendimento delle lingue straniere e dell'italiano per stranieri. Quest'ultimo servizio consente agli utenti di sfruttare in maniera autogestita i sussidi disponibili per l'apprendimento e il mantenimento della conoscenza di una lingua. Viene utilizzato dagli studenti per approfondire gli argomenti affrontati durante le esercitazioni tenute dai C.E.L., per prepararsi agli esami di lingua e più in generale da tutti gli utenti per l'autoapprendimento delle lingue straniere.

Il Centro Linguistico mette a disposizione per l'autoapprendimento le sue aule attrezzate e una ricca mediateca contenente circa 1000 corsi con supporti audio, video e cd-rom relativi a 47 lingue diverse¹. Esiste inoltre una videoteca di film in lingua originale rappresentata al momento da 350 titoli.

L'assistenza agli utenti è garantita dalla presenza costante di tecnici laureati in lingue i quali sono a disposizione per aiutare nella scelta del materiale didattico.

Inoltre presso il Centro gli utenti possono trovare informazioni sulle principali certificazioni internazionali di conoscenza di una lingua straniera (oltre a quelli di cui è sede d'esame - vedi punto 3 sopra) come TOEFL (lingua inglese), DELF/DALF (lingua francese), ZdaF/

(¹) Albanese, Amarico, Arabo, Basco, Bulgaro, Cambogiano, Cantonese, Ceco, Cinese mandarino, Coreano, Danese, Ebraico moderno, Estone, Finlandese, Francese, Gallese, Giapponese, Greco moderno, Gujarati, Hindi, Indonesiano, Inglese, Italiano, Lettone, Lituano, Malay, Nederlandese, Norvegese, Persiano, Polacco, Portoghese, Punjabi, Romeno, Russo, Serbo-croato, Slovacco, Sloveno, Somalo, Spagnolo, Svedese, Swahili, Tedesco, Thai, Turco, Ucraino, Ungherese, Vietnamita.



ZMP (lingua tedesca), DBE/DSE (lingua spagnola), per la preparazione dei quali sono a disposizione i relativi materiali didattici.

Orari di apertura:

Laboratori lun.-ven. 9.00-18.00

Sede Cravino lun.-ven. 9.00-16.00

Numeri utili:

Tel. e fax Laboratori 0039-0382-984476

Tel. e fax Uffici 0039-0382-984383

Tel. Sede Cravino 0039-0382-985758

Fax Sede Cravino 0039-0382-985760

E-mail lelingue@unipv.it

<http://www.unipv.it/cenling>

PROGRAMMA SOCRATES/ERASMUS

Il programma Socrates, gestito dall'Unione Europea, prevede il finanziamento di diverse iniziative (rivolte a studenti, docenti e università) per favorire la realizzazione di una dimensione europea nel settore della formazione universitaria. Una delle iniziative che ha avuto più successo nel corso dell'ultimo decennio è stato il progetto Erasmus (European community Action Scheme for the Mobility of University Students).

Obiettivi

Il programma Erasmus prevede la concessione di borse di studio a studenti che intendano trascorrere un periodo di studio in un'altra università europea con il pieno riconoscimento preventivo dell'attività di studio all'estero da parte dell'Università di provenienza. Le borse, di durata normalmente compresa fra 3 e 12 mesi, intendono contribuire in parte alle spese aggiuntive sostenute dagli studenti. Una descrizione sintetica del programma Socrates e delle iniziative organizzate nell'ambito dell'istruzione universitaria si trova nella pagina internet europea del programma Socrates all'indirizzo <http://www.unipv.it/erasmus/>.

Sedi disponibili per gli studenti dei Corsi di Laurea in Fisica

Per quanto riguarda in particolare l'area di Fisica, per il 2004/2005, Pavia ha accordi per la mobilità studentesca con le università di Vienna (A), Paris VI (F), Rennes (F), Complutense di Madrid (E) e Strathclyde a Glasgow (UK).

Attività prevista

Nelle università straniere gli studenti possono seguire dei corsi (che il Consiglio Didattico deve preventivamente riconoscere corrispondenti a corsi inseriti nei piani di studio) e possono anche svolgere attività connesse con la tesi di laurea.

Il sistema ECTS

Gli scambi per attività di studio all'estero si svolgono generalmente nel quadro della procedura European Credit Transfer System (ECTS) che prevede l'utilizzazione della valutazione dell'impegno didattico dello studente attraverso i crediti. Il sistema ECTS si basa inoltre sull'utilizzazione di 3 moduli (student application form, learning agreement, transcript of records) che costituiscono una garanzia sia per lo studente sia per le Università coinvolte, e di tabelle di conversione dei voti fra i diversi Paesi europei.

Chi può partecipare

I candidati alle Borse di studio Socrates/Erasmus devono essere studenti cittadini di uno stato membro dell'Unione Europea (od avere ottenuto ufficialmente lo stato di rifugiato o apolide o essere riconosciuti come residenti permanenti) ed essere iscritti ai corsi per il conseguimento della Laurea Triennale, della Laurea Specialistica o del Dottorato di Ricer-



ca; possono anche essere iscritti alle Scuole Dirette a Fini Speciali ed alle Scuole di Specializzazione. Le Borse non possono essere assegnate agli studenti del primo anno di corso e agli studenti che hanno già beneficiato di una Borsa Socrates/Erasmus.

Informazioni ulteriori

Delegato Socrates del Corso di Laurea in Fisica: Prof. Franco Marabelli (Dip. di Fisica. "A. Volta") e-mail marabelli@fisav.unipv.it

Sezione Mobilità studentesca: dott. Soresini, – Via S. Agostino 8, 27100 Pavia
e-mail socratespv@unipv.it

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 Interfacoltà 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, su proposta delle Facoltà, 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).

Il Centro Orientamento Universitario mette a disposizione degli studenti uno sportello aperto al pubblico dal Lunedì al Mercoledì, dalle ore 09.30 alle ore 12.30 e dalle 14.30 alle 16.30.

IL 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.

Al Servizio – coordinato dal prof. Sandro Meloni, delegato del Rettore con funzioni di coordinamento, monitoraggio e supporto di tutte le iniziative concernenti l'integrazione degli studenti disabili all'interno dell'Università di Pavia – è assegnata una unità di personale amministrativo cui compete la gestione amministrativa nonché un obiettore di coscienza, che esplica servizio civile con l'incarico principale di fornire assistenza agli studenti disabili.

Il Servizio opera in collaborazione con il Servizio di Orientamento dell'I.S.U. nell'intento di realizzare per gli studenti un'offerta integrata, mettendo in comune risorse umane e materiali.

Il Servizio si propone di attuare diverse tipologie di intervento a favore di studenti che all'atto dell'iscrizione segnalino la loro inabilità:



- borse di studio da assegnare a studenti capaci e meritevoli con invalidità > 66%;
 - interpreti per studenti non udenti;
 - corsi propedeutici della lingua italiana dei Segni LIS, in collaborazione con il Segretariato Italiano Studenti di Medicina;
 - corsi di orientamento e mobilità per studenti non vedenti, in collaborazione con l'Unione Italiana Ciechi;
 - apparecchiature informatiche per studenti non udenti, da utilizzarsi durante l'attività didattica;
 - accompagnamento a lezione all'interno della struttura universitaria;
 - assistenza durante le ore di lezione;
 - accompagnamento con pulmino attrezzato;
 - accompagnamento e assistenza in mensa;
 - materiale didattico, registrazione e lettura testi per non vedenti;
 - attrezzature informatiche per studenti ipovedenti, non vedenti e non udenti.
- Il S.A.I.S.D. ha inoltre predisposto un manuale in braille e in formato elettronico per l'utilizzo delle apparecchiature informatiche per non vedenti.

Orari

Il servizio è aperto al pubblico dal lunedì al venerdì, dalle ore 8.00 alle 12.00.

Recapiti

Servizio Assistenza e Integrazione Studenti Disabili (S.A.I.S.D.):
Indirizzo: Palazzo del Majno – piazza Leonardo da Vinci
tel.: 0382.984953 - fax: 0382.984954 - e-mail: disabili@unipv.it

Delegato del Rettore per l'assistenza ai disabili:

prof. Sandro Meloni
tel.: 0382.987337 - fax: 0382.528544 - e-mail: meloni@unipv.it

Responsabile del Servizio Assistenza e Integrazione Studenti Disabili (S.A.I.S.D.):

Sig. Enza Sciascia
tel.: 0382.984953 - fax: 0382.984954 - e-mail: sciascia@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 specialistica in Scienza fisiche sono previsti 4 rappresentanti 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 :

Consiglio didattico di scienze e tecnologie fisiche

Bertani Matteo	tel. 0382 822491	matteo.bertani@gmail.com
Boselli Stefano	tel. 0382 788059	stefano_boselli137@yahoo.it
Ciandrini Luca	tel. 0382 26233	luca.ciandrini01@ateneopv.it
Succurro Antonella	tel. 0382 580174	antonella.succurro@ateneopv.it

Commissione paritetica per la didattica (Scienze MM.FF.NN.)

Bertani Matteo	tel. 0382822491	matteo.bertani@gmail.com
----------------	-----------------	--------------------------



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.Or. 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. Oggi la redazione può vantare membri e collaboratori di quasi ogni Facoltà. 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 i 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

Direttore responsabile: Alberto Bianchi

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 Nucleare e Teorica - 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 E RICERCATORI DELL'AREA FISICA

ALTIERI SAVERIO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	saverio.altieri@pv.infn.it tel. 987635
ANDREANI CLAUDIO	Dip. di Fisica "A. Volta"	andreani@fisicavolta.unipv.it tel. 987491
AZZONI CARLO BRUNO	Dip. di Fisica "A. Volta"	azzoni@fisicavolta.unipv.it Tel. 987470
BELLANI VITTORIO	Dip. di Fisica "A. Volta"	bellani@unipv.it tel. 987685
BENDELLI GIULIANA		bendelli@unipv.it
BENDISCIOLI GIORGIO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	Giorgio.bendiscioli@pv.infn.it tel. 987351
BEVILACQUA FABIO	Dip. di Fisica "A. Volta"	bevilacqua@fisicavolta.unipv.it tel. 987495
BIASI LUIGI	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	luigi.biasi@pv.infn.it tel. 987440
BOCA GIANLUIGI	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	gianluigi.boca@pv.infn.it tel. 987522
BOFFI SIGFRIDO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	sigfrido.boffi@pv.infn.it tel. 987434
BONERA GIANNI	Dip. di Fisica "A. Volta"	bonera@fisicavolta.unipv.it tel. 987469
BORGHİ LIDIA	Dip. di Fisica "A. Volta"	borghi@fisicavolta.unipv.it tel. 987493
BORNATICI MARINO	Dip. di Fisica "A. Volta"	bornatici@fisicavolta.unipv.it tel. 987497
BORSA FERDINANDO	Dip. di Fisica "A. Volta"	borsa@fisicavolta.unipv.it tel. 987478
BRAGHIERI ALESSANDRO	INFN – Sezione di Pavia	alessandro.braghieri@pv.infn.it tel. 987628
CAMBIAGHI MARIO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	mario.cambiaghi@pv.infn.it tel. 987414
CAMPAGNOLI GIANCARLO	Dip. di Fisica "A. Volta"	campagnoli@fisicavolta.unipv.it
CAPUZZI FRANCO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	franco.capuzzi@pv.infn.it tel. 987452
CARFORA MAURO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	mauro.carfora@pv.infn.it tel. 987443
CARRETTA PIETRO	Dip. di Fisica "A. Volta"	carretta@fisicavolta.unipv.it tel. 987466
CONTA CLAUDIO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	claudio.conta@pv.infn.it tel. 987352
CORTI MAURIZIO	Dip. di Fisica "A. Volta"	corti@fisicavolta.unipv.it tel. 987466
D'ARIANO GIACOMO	Dip. di Fisica "A. Volta"	dariano@unipv.it tel. 987484
DE AMBROSIS ANNA	Dip. di Fisica "A. Volta"	deambrosis@fisicavolta.unipv.it tel. 987690
DE BARI ANTONIO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	antonio.debari@pv.infn.it tel. 987890
FALOMO LIDIA	Dip. di Fisica "A. Volta"	falomo@ppp.unipv.it tel. 987461
FRATERNALI MARCO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	marco.fraternali@pv.infn.it tel. 987324
FREGONESE LUCIO	Museo per la storia dell'università	lucio.fregonese@unipv.it tel. 984659



GALINETTO PIETRO	Dip. di Fisica "A. Volta"	galinetto@fisicavolta.unipv.it tel. 987499
GILARDI GIANNI MARIA	Dip. di Matematica	gilardi@dimat.unipv.it tel. 985642
GIULOTTO ENRICO	Dip. di Fisica "A. Volta"	giulotto@fisicavolta.unipv.it tel. 987792
GIUSTI CARLOTTA	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	carlotta.giusti@pv.infn.it tel. 987454
GIROLETTI ELIO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	elio.giroletti@unipv.it tel. 987905
GUIZZETTI GIORGIO	Dip. di Fisica "A. Volta"	guizzetti@fisicavolta.unipv.it tel. 987494
INTROZZI GIANLUCA	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	gianluca.introzzi@pv.infn.it tel. 987522
LASCIALFARI ALESSANDRO	Università di Milano	lascialfari@fisicavolta.unipv.it tel. 987483
LICCHELLI MAURIZIO	Dip. di Chimica	maurizio.licchelli@unipv.it
LIVAN MICHELE	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	michele.livan@pv.infn.it tel. 987433
MACCHIAVELLO CHIARA	Dip. di Fisica "A. Volta"	chiara@unipv.it tel. 987674
MACCONE LORENZO	Dip. di Fisica "A. Volta"	maccone@unipv.it
MARABELLI FRANCO	Dip. di Fisica "A. Volta"	marabelli@fisicavolta.unipv.it tel. 987709
MARZUOLI ANNALISA	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	annalisa.marzuoli@pv.infn.it tel. 987442
MASCHERETTI PAOLO	Dip. di Fisica "A. Volta"	mascheretti@fisav.unipv.it tel. 987500
MIGLIETTA FRANCESCO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	francesco.miglietta@pv.infn.it tel. 987441
MIHICH LUIGI	Dip. di Fisica "A. Volta"	mihich@fisicavolta.unipv.it tel. 987485
MONTAGNA GUIDO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	guido.montagna@pv.infn.it tel. 987742
MONTAGNA PAOLO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	paolo.montagna@pv.infn.it tel. 987636
NICROSINI ORESTE	INFN Sezione di Pavia	oreste.nicrosini@pv.infn.it tel. 987681
NOSENZO LUIGI	Dip. di Fisica "A. Volta"	nosenzo@fisicavolta.unipv.it tel. 987481
OTTOLENGHI ANDREA	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	andrea.ottolenghi@mi.infn.it tel. 987892
PACATI FRANCO DAVIDE	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	franco.pacati@pv.infn.it tel. 987455
PARRAVICINI GIANBATTISTA	Dip. di Fisica "A. Volta"	parravicini@fisicavolta.unipv.it tel. 987502
PASTORI PARRAVICINI G.	Dip. di Fisica "A. Volta"	pastori@fisicavolta.unipv.it tel. 987479
PEDRONI PAOLO	INFN Sezione di Pavia	paolo.pedroni@pv.infn.it tel. 987428
PIAZZOLI ADALBERTO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	adalberto.piazzoli@pv.infn.it tel. 987422
PINELLI TAZIO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	tazio.pinelli@pv.infn.it tel. 987437
POZZI GIANNI ARRIGO	Dip. di Matematica	pozzi@dimat.unipv.it tel. 985643



RADICI MARCO	INFN Sezione di Pavia	marco.radici@pv.infn.it tel. 987451
RATTI SERGIO PEPPINO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	sergio.ratti@pv.infn.it tel. 987425
REGUZZONI EMANUELE	Dip. di Fisica "A. Volta"	reguzzoni@fisicavolta.unipv.it tel. 987492
RICCARDI CRISTINA	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	cristina.riccardi@pv.infn.it tel. 987633
RIGAMONTI ATTILIO	Dip. di Fisica "A. Volta"	rigamonti@fisicavolta.unipv.it tel. 987476
RIMOLDI ADELE	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	adele.rimoldi@pv.infn.it tel. 987433
RIMINI ALBERTO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	alberto.rimini@pv.infn.it tel. 987439
ROMANO SILVANO	Dip. di Fisica "A. Volta"	romano@pv.infn.it tel. 987487
ROTONDI ALBERTO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	alberto.rotondi@pv.infn.it tel. 987423
RUFFINA UMBERTO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	ruffina@fisicavolta.unipv.it tel. 987706
SALMISTRARO FRANCO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	franco.salmistraro@pv.infn.it tel. 987446
SAMOGGIA GIORGIO	Dip. di Fisica "A. Volta"	samoggia@fisicavolta.unipv.it tel. 987482
SCANNICCHIO DOMENICO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	domenico.scannicchio@pv.infn.it tel. 987524
STELLA ANGIOLINO	Dip. di Fisica "A. Volta"	stella@fisicavolta.unipv.it tel. 987477
TORRE PAOLA	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	paola.torre@pv.infn.it tel. 987419
VITALI ENRICO	Dip. di Matematica	enrico.vitali@unipv.it
VITULO PAOLO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	paolo.vitulo@pv.infn.it tel. 987633
ZAMBOTTI GIORGIO	Dip. di Fisica Nucleare e Teorica	giorgio.zambotti@pv.infn.it tel. 987453

NOTA: Per ragioni di brevità, l'elenco non riporta i dati riguardanti i docenti di fisica che tengono insegnamenti in altri Corsi di Laurea della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali o in altre Facoltà dell'Università di Pavia. Tali informazioni sono presenti nelle Guide dello Studente dei Corsi di Laurea in cui i docenti insegnano.