

# Laurea in Fisica

## Guida Studenti

### a.a. 2003-04

---

#### Contenuto

1.1. Introduzione.....	1	2.10. Struttura degli insegnamenti.....	5
1.2. Dipartimento di Fisica.....	1	2.11. Propedeuticità.....	5
1.3. Infrastrutture.....	1	2.12. Corsi opzionali.....	6
1.4. Biblioteca.....	1	2.13. Tirocinio.....	6
2.1. Obiettivi Formativi.....	1	2.14. Prova finale.....	6
2.2. Crediti.....	2	3.1. Consiglio.....	6
2.3. Frequenza ai corsi.....	2	3.2. Comitato di Gestione.....	6
2.4. Inglese.....	2	3.3. Commissione Didattica Paritetica.....	7
2.5. Curricula .....	2	3.4. Riferimenti per la didattica.....	7
2.6. Fisica Generale.....	2	4.1. Elenco dei corsi.....	7
2.7. Fisica dei Materiali.....	3	4.2. Informazioni sui corsi d'insegnamenti.....	9
2.8. Tecnologie Fisiche.....	3	5.1. Settori Scientifico Disciplinari di Fisica.....	17
2.9. Esami.....	5		

---

#### 1.1. Introduzione

La Guida Studenti intende fornire una descrizione concisa dell'organizzazione e dell'erogazione della didattica nel Corso triennale di Laurea in Fisica. Parte delle informazioni contenute nella guida corrisponde alle norme dell'Ordinamento e del Regolamento Didattico. I dati riguardanti i corsi d'insegnamento non hanno carattere di ufficialità; essi fanno parte dei documenti relativi alla programmazione didattica dell'Anno Accademico 2003-04 come risulta in base alle disponibilità dei docenti nel Settembre 2003.

#### 1.2. Dipartimento di Fisica

Il Dipartimento di Fisica "Enrico Fermi" di Pisa è uno dei dipartimenti di fisica più grandi d'Italia. Esso comprende 31 ricercatori universitari, 30 professori associati e 30 professori ordinari in ruolo. I settori scientifico disciplinari rappresentati sono: FIS/01, FIS/02, FIS/03, FIS/04, FIS/05, FIS/06, FIS/07, MAT/07. Il Corso di Studi in Fisica vanta un'ottima tradizione nell'insegnamento della fisica: basti pensare che i due premi Nobel italiani per la Fisica, Enrico Fermi e Carlo Rubbia, si sono laureati all'Università di Pisa.

#### 1.3. Infrastrutture

Il Corso di Studio della Laurea in Fisica ha in media, ogni anno, un centinaio di studenti immatricolati. Attualmente, il CdS dispone di una sala attrezzata per seminari e conferenze, 12 aule per la didattica, un laboratorio di informatica e 21 laboratori didattici. Presso il Dipartimento sono attivi 12 laboratori di ricerca, e i laboratori dell'INFN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, della sezione di Pisa. I laboratori didattici dispongono di circa 80 postazioni PC, di cui circa 60 sono fornite di connessione in rete. Ulteriori 20 postazioni PC sono a disposizione degli studenti per il collegamento in rete.

#### 1.4. Biblioteca

I dipartimenti di Fisica, Informatica e Matematica fanno parte di un'unica struttura edilizia, il Polo Fibonacci, situato in Via Buonarroti, 2; la biblioteca FIM è comune ai tre dipartimenti. La consultazione delle opere e delle riviste è consentita nelle ore d'apertura della biblioteca, il prestito è concesso a docenti e studenti. La partecipazione all'esame di Laurea è consentito solo a coloro che abbiano restituito alla biblioteca tutte le opere prese in prestito.

---

#### 2.1. Obiettivi Formativi

Il Corso di Studi della Laurea in Fisica ha durata triennale e si propone di fornire una solida conoscenza di base della fisica classica e della fisica moderna, che consenta l'accesso sia al mondo del lavoro, sia al proseguimento degli studi nelle lauree specialistiche.

## 2.2. Crediti

Convenzionalmente un credito formativo universitario (**cfu**) corrisponde approssimativamente a 25 ore di studio da parte dello studente. Per quanto riguarda invece le attività didattiche, **1 cfu** equivale a circa **8 ore di lezione**, oppure a circa **15 ore di attività di laboratorio**. Ad ogni anno completo di corso universitario corrispondono normalmente 60 crediti. Per ottenere la Laurea in Fisica (triennale) occorre maturare 180 crediti. Per conseguire successivamente la Laurea Specialistica in Scienze Fisiche oppure la Laurea Specialistica in Fisica Applicata, è necessario acquisire ulteriori 120 cfu, per un totale di 300 crediti in cinque anni.

## 2.3. Frequenza ai corsi

Per i corsi di laboratorio, la frequenza è obbligatoria. Di norma, l'assenza ingiustificata a più del 25% delle esercitazioni di laboratorio escluderà lo studente dall'accREDITAMENTO dei cfu relativi. Per studenti lavoratori, portatori di handicap, e rappresentanti negli organi collegiali dell'Università, potranno essere concordate modalità diverse di assolvimento dell'obbligo di frequenza.

## 2.4. Inglese

Per conseguire i 6 cfu relativi all'idoneità linguistica, è necessario sostenere un esame presso il CLI, Centro Linguistico Interdipartimentale, con modalità stabilite dal Centro stesso e, di volta in volta, rese note agli studenti dalla Segreteria Didattica mediante avvisi in bacheca e sul sito del Corso di Laurea. In alternativa, lo studente che fosse in possesso di un Certificato Internazionale di conoscenza della lingua inglese al livello PET (Cambridge Preliminary English Test) o superiore, può presentarne copia in Segreteria Didattica e, previa delibera del Consiglio di CdS, ottenere d'ufficio l'accREDITAMENTO dei 6 crediti.

## 2.5. Curricula

Nel corso di Laurea in Fisica sono previsti tre curricula: **Fisica Generale (FG)**, **Fisica dei Materiali (FM)** e **Tecnologie Fisiche (TF)**. Il curriculum di **TF** si divide a sua volta in quattro **indirizzi**, corrispondenti ai curricula della Laurea Specialistica in Fisica Applicata:

- a) **indirizzo in Fisica per l'Ambiente (TF-Amb)**
- b) **indirizzo in Fisica Medica (TF-Med)**
- c) **indirizzo in Fisica delle Comunicazioni Fotoniche (TF-Fot)**
- d) **indirizzo in Strumentazione Fisica – Acceleratori (TF-Acc)**

La struttura degli insegnamenti basilari di fisica e matematica è comune ai tre curricula, che si differenziano solamente per sette moduli d'insegnamento, di tipo specialistico, corrispondenti a circa un quinto dei crediti previsti.

## 2.6. Fisica Generale

Il curriculum di Fisica Generale fornisce una vasta conoscenza teorica e sperimentale della fisica ed è concepito per avviare gli studenti verso il successivo processo formativo delle lauree specialistiche, principalmente indirizzato alla ricerca in ambito universitario, industriale e degli enti di ricerca. La struttura degli insegnamenti è illustrata nelle seguenti tabelle.

<b>I anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>I anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Analisi Matematica I	<b>8</b>	Analisi Matematica II	<b>6</b>
Geometria I	<b>8</b>	Chimica Generale	<b>6</b>
Fisica a I	<b>6</b>	Fisica a II	<b>8</b>
Laboratorio di Fisica I	<b>6</b>	Laboratorio di Fisica II	<b>6</b>
		Inglese	<b>6</b>
<b>Totale crediti</b>	<b>28</b>	<b>Totale crediti</b>	<b>32</b>

Ai fini degli adempimenti degli obblighi formativi, i corsi:

Laboratorio di Fisica I e Tecnologie Digitali I sono equivalenti;

Laboratorio di Fisica II e Tecnologie Digitali II sono equivalenti.

<b>II anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>II anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Analisi Matematica III	<b>8</b>	Informatica I	<b>6</b>
Fisica a III	<b>6</b>	Fisica a IV	<b>6</b>
Fisica b I	<b>7</b>	Fisica b II	<b>8</b>
Laboratorio di Fisica III	<b>6</b>	Laboratorio di Fisica IV	<b>6</b>
Corsi Liberi	<b>3</b>	Metodi Matematici I	<b>4</b>
<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>	<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>

Ai fini degli adempimenti degli obblighi formativi, i corsi:

Laboratorio di Fisica IV e Laboratorio di Tecnologie Fisiche sono equivalenti.

<b>III anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>III anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Meccanica Quantistica I	9	Corso 1	6
Struttura della Materia I	5	Corso 2	6
Fisica Nucleare e Subnucleare I	4	Laboratorio di Fisica VI	6
Laboratorio di Fisica V	6	Preparazione Elaborato finale	9
Corsi Liberi	6	Discussione Elaborato Finale	3
<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>		<b>30</b>

Corso 1 e Corso 2 possono essere scelti tra:

1) Struttura della Materia II, 2) Fisica Nucleare e Subnucleare II, 3) Astrofisica I.

## 2.7. Fisica dei Materiali

Il curriculum di Fisica dei Materiali ha lo scopo di fornire buone conoscenze di base in fisica, e si caratterizza per la presenza di corsi d'insegnamento dedicati alle proprietà chimico-fisiche dei materiali. I laureati di questo curriculum sono in grado di svolgere sia attività di ricerca, sviluppo e controllo nei laboratori e nelle industrie manifatturiere, sia di management delle problematiche relative alla produzione, alle prestazioni e all'applicazione dei materiali innovativi. Tali conoscenze permettono la preparazione e la progettazione di nuovi materiali con proprietà predeterminate, il miglioramento delle proprietà esistenti, e la certificazione di materiali di nuova produzione. La struttura degli insegnamenti è illustrata nelle seguenti tabelle.

<b>I anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>I anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Analisi Matematica I	8	Analisi Matematica II	6
Geometria I	8	Chimica Generale	6
Fisica a I	6	Fisica a II	8
Laboratorio di Fisica I	6	Laboratorio di Chimica Generale	6
		Inglese	6
<b>Totale crediti</b>	<b>28</b>	<b>Totale crediti</b>	<b>32</b>

Ai fini degli adempimenti degli obblighi formativi, i corsi:

Laboratorio di Fisica I e Tecnologie Digitali I sono equivalenti.

<b>II anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>II anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Analisi Matematica III	8	Informatica I	6
Fisica a III	6	Chimica Fisica	6
Fisica b I	7	Fisica b II	8
Laboratorio di Fisica III	6	Laboratorio di Chimica Fisica	6
Corsi Liberi	3	Metodi Matematici I	4
<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>	<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>

<b>III anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>III anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Meccanica Quantistica I	9	Chimica e Tecnologia dei Materiali	6
Struttura della Materia I	5	Corsi Liberi	6
Fisica Nucleare e Subnucleare I	4	Lab. di Chim. e Tec. dei Materiali	6
Laboratorio di Fisica dei Materiali	6	Preparazione Elaborato finale	9
Chimica Organica	6	Discussione Elaborato Finale	3
<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>		<b>30</b>

Il corso di Chimica Organica è mutuato dall'omonimo insegnamento del CdS in Scienze e Tecnologie Chimiche, curriculum Materiali, del prof. Lorenzo Di Bari.

Il corso di Chimica e Tecnologia dei Materiali è mutuato dall'omonimo insegnamento del CdS in Scienze e Tecnologie Chimiche, curriculum Materiali, del prof. Antonio Lucherini (I modulo), e del prof. Giancarlo Galli (II modulo).

Il corso di Laboratorio di Chimica e Tecnologia dei Materiali è mutuato dal Laboratorio di Chimica delle Macromolecole del CdS in Chimica Industriale (Vecchio Ordinamento), del prof. Mauro Aglietto.

## 2.8. Tecnologie Fisiche

Il Curriculum di Tecnologie Fisiche intende formare laureati con una buona preparazione di base in fisica e capaci di applicare il metodo fisico alla soluzione di problemi concreti in ambito economico, industriale e commerciale. I laureati che hanno seguito questo curriculum sono in grado di utilizzare strumenti di misura e possono applicare le conoscenze acquisite ai settori multidisciplinari quali l'acustica ambientale, la progettazione di strumenti di misura, la comunicazione di segnali, i processi industriali e la medicina. La struttura degli insegnamenti è illustrata nelle seguenti tabelle.

<b>I anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>I anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Analisi Matematica I	8	Analisi Matematica II	6
Geometria I	8	Chimica Generale	6
Fisica a I	6	Fisica a II	8
Tecnologie Digitali I	6	Tecnologie Digitali II	6
		Inglese	6
<b>Totale crediti</b>	<b>28</b>	<b>Totale crediti</b>	<b>32</b>

Il corso di Tecnologie Digitali I è a numero chiuso (12).

<b>II anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>II anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Analisi Matematica III	8	Informatica I	6
Fisica a III	6	Introduzione alla Fisica Moderna	6
Fisica b I	7	Fisica b II	8
Laboratorio di Fisica III	6	Laboratorio di Tecnologie Fisiche	6
Corsi Liberi	3	Metodi Matematici I	4
<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>	<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>

<b>III anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>III anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Meccanica Quantistica I	9	Attività 3	6
Struttura della Materia I	5	Attività 4	6
Fisica Nucleare e Subnucleare I	4	Attività 5	6
Attività 1	6	Preparazione Elaborato finale	9
Attività 2	6	Discussione Elaborato Finale	3
<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>	<b>Totale crediti</b>	<b>30</b>

I corsi denominati Attività X, con X = 1,2,3,4,5, sono corsi professionalizzanti: almeno 6 cfu devono essere di laboratorio e 6 cfu corrispondono a Corsi Liberi. Al variare dell'indirizzo nel curriculum di Tecnologie Fisiche, i vari corsi di Attività sono:

<b>TF-Amb - Fisica per l'Ambiente</b>			
<b>III anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>III anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Radiazioni Elettromagnetiche nell'Ambiente I	6	Radiazioni Elettromagnetiche nell'Ambiente II	3
Strumentazione Fisica I	6	Misure Fisiche nella Normativa Ambientale	3
		Laboratorio di Campi Elettromagnetici nell'Ambiente	6
		Corsi Liberi	6

<b>TF-Med - Fisica Medica</b>			
<b>III anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>III anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Tecnologie Fisiche per la Diagnostica Biomedica	6	Elaborazione di Segnali Biomedici I	6
Strumentazione Fisica I	6	Laboratorio di Fisica Medica I	6
		Corsi Liberi	6

<b>TF-Fot - Fisica delle Comunicazioni Fotoniche</b>			
<b>III anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>III anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Complementi di Elettromagnetismo	6	Dispositivi Elettronici per la Fisica Applicata	6
Complementi di Ottica	3	Fisica dei Materiali per la Fotonica	3
Laboratorio di Ottica	3	Fondamenti di Comunicazioni Ottiche	3
		Corsi Liberi	6

Il corso di Fondamenti di Comunicazioni Ottiche è mutuato dall'omonimo insegnamento della Scuola S. Anna di Pisa, tenuto dal prof. Giancarlo Prati.

<b>TF-Acc - Strumentazione Fisica – Acceleratori</b>			
<b>III anno, I semestre</b>	<b>cfu</b>	<b>III anno, II semestre</b>	<b>cfu</b>
Complementi di Elettromagnetismo	6	Fisica dei Plasmi III	6
Strumentazione Fisica I	6	Vuoto e Criogenia	6
		Corsi Liberi	6

## 2.9. Esami

Normalmente, sono previsti sei appelli d'esame per ogni corso: due appelli nella I sessione (invernale: periodo gennaio – febbraio), tre appelli nella II sessione (estiva: periodo giugno – luglio), ed un appello nella III sessione (autunnale: settembre). Per i corsi d'insegnamento che utilizzano le prove in itinere per la valutazione dell'apprendimento, gli appelli previsti sono cinque: due appelli nella sessione invernale, due appelli nella sessione estiva, e un appello nella sessione autunnale.

Gli esami per le seguenti coppie di corsi:

- (a) Analisi I e Analisi II,
- (b) Fisica a I e Fisica a II,
- (c) Fisica b I e Fisica b II,
- (d) Struttura della Materia I e Struttura della Materia II,
- (e) Fisica Nucleare e Subnucleare I e Fisica Nucleare e Subnucleare II,
- (f) Laboratorio di Fisica V e Laboratorio di Fisica VI,
- (g) Chimica Generale e Laboratorio di Chimica Generale,
- (h) Chimica Fisica e Laboratorio di Chimica Fisica,
- (i) Chimica e Tecnologia dei Materiali e Laboratorio di Chimica e Tecnologia dei Materiali,

possono essere sostenuti in maniera congiunta alla fine del secondo modulo.

## 2.10. Struttura degli insegnamenti

La struttura degli insegnamenti di base della Laurea in Fisica è fissata dal Regolamento Didattico. I corsi di **Analisi Matematica** sono dedicati alla presentazione del metodo matematico. Gli argomenti trattati comprendono numeri reali e complessi, limiti, studio di funzioni di una e più variabili, derivate, integrali, serie, equazioni differenziali, cenni ai teoremi della divergenza e di Stokes. Nei corsi di **Geometria** si studiano le principali proprietà degli spazi lineari. Gli argomenti affrontati comprendono vettori, matrici, norme, sistemi lineari, autovalori ed autovettori, elementi di geometria analitica nel piano e nello spazio. I corsi di **Fisica a** sono dedicati allo studio del metodo fisico e della meccanica classica. Gli argomenti trattati comprendono la meccanica del punto, sistemi vincolati, leggi della dinamica, leggi di conservazione, meccanica dei sistemi, fluidi, onde meccaniche ed acustiche, principi variazionali, equazione di Hamilton, relatività ristretta, termodinamica, spazio delle fasi, meccanica statistica classica, radiazione di corpo nero, formula di Planck. Nei corsi di **Fisica b** si studiano le leggi dell'elettromagnetismo. Gli argomenti discussi comprendono elettrostatica, magnetostatica, correnti stazionarie, elettrodinamica classica, equazioni di Maxwell, onde elettromagnetiche, ottica fisica, coerenza spaziale e temporale, carattere relativistico dell'elettrodinamica. I corsi di **Laboratorio** intendono mostrare allo studente i metodi delle misure fisiche. Gli argomenti trattati comprendono definizione delle unità di misura, tecniche ed errori di misura, acquisizione ed analisi statistica dei dati, uso degli strumenti di misura, esperimenti di fisica nel campo della meccanica e fenomeni ondulatori, termodinamica, elettricità, elettromagnetismo, ottica, elementi d'elettronica digitale ed analogica, principi di hardware di un PC, esperimenti di ottica fisica e d'introduzione alla spettroscopia, rivelatori di particelle.

## 2.11. Propedeuticità

Le propedeuticità riguardano i corsi comuni e sono quindi le stesse per i tre curricula.

Esame	Esami propedeutici
Analisi Matematica III	Analisi Matematica II
Fisica a III	Fisica a II, Analisi Matematica II
Fisica b II	Fisica a II, Analisi Matematica II
Laboratorio di Fisica III	Laboratorio di Fisica I
Esami cattedratici del terzo anno	Fisica a III, Fisica b II, Geometria I
Esami di Laboratorio del III anno	Laboratorio di Fisica III

## 2.12. Corsi opzionali

I corsi opzionali sono corsi non obbligatori che integrano le conoscenze in determinati settori della Fisica, e possono essere utilizzati sia come Corsi Liberi, sia come corsi supplementari i cui crediti verranno riconosciuti nelle Lauree Specialistiche.

Corso opzionale	cfu	semestre	Consigliato al
Geometria II	6	II	Primo anno
Analisi Matematica IV	8	II	Secondo anno
Storia della Fisica	6	I + II	Secondo anno
Meccanica Analitica	6	II	Secondo anno
Metodi Matematici II	6	I	Terzo anno

Introduzione alla Relatività Generale	6	II	Terzo anno
Meccanica Quantistica II	6	II	Terzo anno
Informatica II	5	II	Terzo anno

### 2.13. Tirocinio

L'attività di tirocinio, utile ai fini della preparazione dell'elaborato finale, si configura come verifica della capacità dello studente di svolgere attività di sperimentazione e ricerca. Il livello scientifico di tale attività deve corrispondere al livello di apprendimento degli insegnamenti di base offerti allo studente nel triennio della Laurea in Fisica. Nel corso del tirocinio si richiede allo studente di portare a termine un "piccolo progetto scientifico", di natura teorica o sperimentale. L'elaborato finale, da discutere in sede di esame di laurea, rappresenta anche la relazione sull'attività di tirocinio svolta dallo studente all'interno del Dipartimento di Fisica o presso aziende, strutture e laboratori tanto universitari quanto pubblici o privati, in Italia e all'estero, e va presentata in Segreteria Didattica al termine del periodo di tirocinio.

### 2.14. Prova finale

L'assegnazione dei crediti relativi alla prova finale è la seguente:

Attività		cfu
Tirocini od equivalenti attività	Preparazione dell'elaborato finale	9
Esame di Laurea	Stesura e discussione dell'elaborato finale	3

La durata standard per la preparazione della prova finale, del valore complessivo di 12 cfu, è di otto (8) settimane di lavoro a tempo pieno. La prova finale del Corso di Laurea in Fisica si compone di due parti:

1. Verifica dell'attività di tirocinio corrispondente alla preparazione dell'elaborato finale;
2. Esame di Laurea.

La verifica dell'attività di tirocinio avviene di norma uno o due giorni prima dell'inizio dell'appello di Laurea. Ciascun candidato, dinanzi alla cosiddetta Commissione Tirocinio, espone gli aspetti del proprio elaborato finale ritenuti particolarmente significativi e rilevanti. La discussione verterà presumibilmente sull'obiettivo scientifico, i contenuti dell'elaborato finale, nonché su argomenti ad esso strettamente connessi. La Commissione, valutato il colloquio e il contenuto dell'elaborato, esprimerà un giudizio. Il voto di Laurea verrà invece autonomamente fissato dalla Commissione di Laurea, tenuto conto del curriculum del candidato, delle indicazioni fornite dalla Commissione Tirocinio, del contenuto dell'Elaborato Finale ed infine dell'esposizione del candidato.

### 3.1. Consiglio

Il Consiglio dei Corsi di Studio delle Classi di Fisica è l'organo con poteri decisionali preposto alla gestione e all'organizzazione della didattica. Il Consiglio è composto dai Garanti dei corsi di studio, dai titolari dei corsi d'insegnamento, dai ricercatori che svolgono la loro attività istituzionale nell'ambito dei corsi di studio in fisica, dal coordinatore didattico e dai rappresentanti degli studenti. Il Consiglio è convocato e presieduto dal Presidente di Corso di Laurea, il quale ha funzioni di iniziativa e di promozione nell'ambito dei corsi di studio, può adottare provvedimenti d'urgenza su argomenti di competenza del Consiglio, e assicura il regolare svolgimento delle attività didattiche.

### 3.2. Comitato di Gestione

Il Comitato di Gestione della Laurea in Fisica formula proposte per l'organizzazione della didattica del corso di laurea. Esso è composto dai professori A. Bigi, E. Guadagnini, L. Martinelli, P. Menotti, dalla dott.ssa A. Simonetti e dai Rappresentanti degli Studenti.

### 3.3. Commissione Didattica Paritetica

La Commissione Didattica Paritetica coordina la gestione dell'attività didattica dei corsi di studio in Fisica e verifica periodicamente la qualità dell'erogazione della didattica. Essa è composta dai professori A. Bigi, V. Cavasinni, F. Fidecaro, G. Grosso, E. Guadagnini, L. Martinelli, P. Menotti, Rolla, P. Rossi, dalla dott.ssa A. Simonetti e dai Rappresentanti degli Studenti.

### 3.4. Riferimenti per la didattica

Presidente dei corsi di studio in Fisica: Prof. Enore Guadagnini,  
tel. 050-2214883, guada@df.unipi.it

Vicepresidente dei corsi di studio in Fisica: Prof. Paolo Rossi,  
tel. 050-2214884, rossi@df.unipi.it

Coordinatore Didattico: dott.ssa Annalisa Simonetti,  
tel. 050-2214632, [annalisa.simonetti@df.unipi.it](mailto:annalisa.simonetti@df.unipi.it)  
orario di ricevimento: lunedì – venerdì h. 11.30 - 13.30

Segreteria Didattica, Dipartimento di Fisica “Enrico Fermi”, Via Buonarroti 2, 56100 Pisa  
Sig.ra Lucia Cinacchi, tel. 050-2214332, [lucia.cinacchi@df.unipi.it](mailto:lucia.cinacchi@df.unipi.it)  
Sig.ra Rossella Gargani, tel. 050-2214331, [rossella.gargani@df.unipi.it](mailto:rossella.gargani@df.unipi.it)  
Sig.ra Roberta Giusti, tel. 050-2214636, [roberta.giusti@df.unipi.it](mailto:roberta.giusti@df.unipi.it)  
orario di ricevimento: lunedì – venerdì h. 9.15 - 12.15

Rappresentanti degli Studenti:  
Andrea Bedini, [andrea@bedini.homelinux.net](mailto:andrea@bedini.homelinux.net)  
Katia Genovali, [katiagenovali@hotmail.com](mailto:katiagenovali@hotmail.com)  
Elena Murè, [elenaemme@supereva.it](mailto:elenaemme@supereva.it)

#### 4.1. Elenco dei corsi d’insegnamento

I corsi d’insegnamento, divisi per semestre, sono riportati nelle seguenti tabelle. Alcuni corsi sono sdoppiati e sono distinti dalle lettere A e B aggiunte al titolo dell’insegnamento.

Notazioni usate: curric = curriculum, an = anno, sem = semestre, SSD = settore scientifico disciplinare, iden = sigla di identificazione, co = corso obbligatorio, opz = corso opzionale, FG = Fisica Generale, FM = Fisica dei Materiali, TF = Tecnologie Fisiche, TF-Amb = Tecnologie Fisiche indirizzo Fisica per l’Ambiente, TF-Med = Tecnologie Fisiche indirizzo Fisica Medica, TF-Fot = Tecnologie Fisiche indirizzo Fisica delle Comunicazioni Fotoniche, TF-Acc = Tecnologie Fisiche indirizzo Strumentazione Fisica - Acceleratori.

curric	an	sem	Corso	cfu	Titolare	SSD	iden
co	1	I	Analisi Matematica I A	8	Marino A.	MAT/05	MA10
co	1	I	Analisi Matematica I B	8	Majer P.	MAT/05	MA10
co	1	I	Geometria I A	8	Benedetti R.	MAT/03	GE10
co	1	I	Geometria I B	8	Fortuna E.	MAT/03	GE10
co	1	I	Fisica a I A	6	Pierazzini G.	FIS/01	FA10
co	1	I	Fisica a I B	6	Fabrocini A.	FIS/01	FA10
co	1	I	Laboratorio di Fisica I A	6	Martinelli L.	FIS/01	LB10
co	1	I	Laboratorio di Fisica I B	6	Pardi L.	FIS/01	LB10
co	1	I	Tecnologie Digitali I	6	Maccarrone F.	FIS/01	LB11

curric	an	sem	Corso	cfu	Titolare	SSD	iden
co	1	II	Analisi Matematica II A	6	Marino A.	MAT/05	MA20
co	1	II	Analisi Matematica II B	6	Majer P.	MAT/05	MA20
opz	1	II	Geometria II	6	Benedetti R.	MAT/03	GE20
co	1	II	Chimica Generale A	6	Pampaloni G.	CHIM/03	CH10
FM	1	II	Lab. di Chimica Generale	6	Pampaloni G.	CHIM/03	CH11
co	1	II	Fisica a II A	8	Pierazzini G.	FIS/01	FA20
co	1	II	Fisica a II B	8	Fabrocini A.	FIS/01	FA20
FG	1	II	Laboratorio di Fisica II A	6	Martinelli L.	FIS/01	LB20
FG	1	II	Laboratorio di Fisica II B	6	Angelini F.	FIS/01	LB20
TF	1	II	Tecnologie Digitali II	6	Di Lieto A.	FIS/01	LB21

curric	an	sem	Corso	cfu	Titolare	SSD	Iden
co	2	I	Analisi Matematica III A	8	Murthy V.	MAT/05	MA30
co	2	I	Analisi Matematica III B	8	Georgiev V.	MAT/05	MA30
co	2	I	Fisica a III A	6	Rossi P.	FIS/02	FA30
co	2	I	Fisica a III B	6	Anselmi D.	FIS/02	FA30
co	2	I	Fisica b I A	7	Moruzzi G.	FIS/01	FB10
co	2	I	Fisica b I B	7	Costantini F.	FIS/01	FB10
co	2	I	Laboratorio di Fisica III A	6	Bigi A.	FIS/01	LB30
co	2	I	Laboratorio di Fisica III B	6	Ferrante I.	FIS/01	LB30

curric	an	sem	Corso	cfu	Titolare	SSD	Iden
opz	2	II	Analisi Matematica IV	6	Murthy V.	MAT/05	MA40

co	2	II	Informatica I A	6	Mancarella P.	INF/01	IF10
co	2	II	Informatica I B	6	Gori R.	INF/01	IF10
co	2	II	Metodi Matematici I A	4	Bracci L.	FIS/02	MM10
co	2	II	Metodi Matematici I B	4	Cicogna G.	FIS/02	MM10
co	2	II	Fisica b II A	8	Pegoraro F.	FIS/01	FB20
co	2	II	Fisica b II B	8	Cavasinni V.	FIS/01	FB20
FG	2	II	Fisica a IV	6	Guadagnini E.	FIS/02	FA40
TF	2	II	Introduzione alla Fisica Moderna	6	Leporini D.	FIS/03	FA41
FG	2	II	Laboratorio di Fisica IV	6	Bigi A.	FIS/01	LB40
TF	2	II	Lab. di Tecnologie Fisiche	6	Ferrante I.	FIS/01	LB41
FM	2	II	Chimica Fisica	6	Cacelli I.	CHIM/02	CH20
FM	2	II	Lab. di Chimica Fisica	6	Carbonaro L.	CHIM/02	CH21
opz	2	I+II	Storia della Fisica	6	Vergara R.	FIS/02	SF10
opz	2	II	Meccanica Analitica	6	Servadio S.	MAT/07	FA31

curric	an	sem	Corso	cfu	Titolare	SSD	Iden
co	3	I	Meccanica Quantistica I A	9	Konishi K.	FIS/02	MQ10
co	3	I	Meccanica Quantistica I B	9	Menotti P.	FIS/02	MQ10
co	3	I	Struttura della Materia I A	5	Arimondo E.	FIS/03	SM10
co	3	I	Struttura della Materia I B	5	Carusotto S.	FIS/03	SM10
co	3	I	Fis. Nucl. e Subnucl. I A	4	Fabrocini A.	FIS/04	FN10
co	3	I	Fis. Nucl. e Subnucl. I B	4	Bemporad C.	FIS/04	FN10
opz	3	I	Metodi Matematici II A	6	Bracci L.	FIS/02	MM20
opz	3	I	Metodi Matematici II B	6	Cicogna G.	FIS/02	MM20
FG	3	I	Laboratorio di Fisica V A	6	Forti F.	FIS/01	LB50
FG	3	I	Laboratorio di Fisica V B	6	Flaminio V.	FIS/01	LB50
FM	3	I	Chimica Organica	6	Di Bari L.	CHIM/06	CH30
FM	3	I	Lab. di Fisica dei Materiali	6	Lucchesi M.	FIS/03	LB51
TF-Amb	3	I	Radiazioni E-M nell'Amb. I	6	Licita G.	FIS/07	FB31
TF-Med	3	I	Tecn. Fis. Diagnostica Biomed.	6	Emdin M.	FIS/07	MD10
TF-Fot	3	I	Complementi di ottica	3	Lucchesi M.	FIS/03	OT10
TF-Fot	3	I	Laboratorio di Ottica	3	Giulietti D.	FIS/03	OT20
TF	3	I	Strumentazione Fisica I	6	Gorini G.	FIS/01	LB52
TF	3	I	Complem. di Elettromagnetismo	6	Campani E.	FIS/01	FB30

curric	an	sem	Corso	cfu	Titolare	SSD	iden
opz	3	II	Meccanica Quantistica II A	6	Paffuti G.	FIS/02	MQ20
opz	3	II	Meccanica Quantistica II B	6	d'Emilio E.	FIS/02	MQ20
FG	3	II	Struttura della Materia II A	6	Arimondo E.	FIS/03	SM20
FG	3	II	Struttura della Materia II B	6	Carusotto S.	FIS/03	SM20
FG	3	II	Fis. Nucl. e Subnucl. II A	6	Viviani M.	FIS/04	FN20
FG	3	II	Fis. Nucl. e Subnucl. II B	6	Bemporad C.	FIS/04	FN20
FG	3	II	Astrofisica I	6	Paolicchi P.	FIS/05	AS10
FG	3	II	Laboratorio di Fisica VI A	6	Carpinelli M.	FIS/01	LB60
FG	3	II	Laboratorio di Fisica VI B	6	Flaminio V.	FIS/01	LB60
opz	3	II	Informatica II	5	Broggi A.	INF/01	IF20
opz	3	II	Introd. alla Relatività Generale	6	Fabri E.	FIS/05	RG10
FM	3	II	Chimica e Tecn. dei Materiali	6	Lucherini/Galli	CHIM/04-05	CH40
FM	3	II	Lab. di Chim. e Tecn. dei Mat.	6	Aglietto M.	CHIM/04-05	CH41
TF-Amb	3	II	Radiaz. E-M nell'Ambiente II	3	Licita G.	FIS/07	FB32
TF-Amb	3	II	Misure Fis. nella Norm. Amb.	3	Licita G.	FIS/07	AB10
TF-Amb	3	II	Lab. di Campi E-M nell'Amb.	6	Francia F.	FIS/07	FB33
TF-Med	3	II	Elaboraz. di Segnali Biomed. I	6	Ripoli A.	FIS/07	MD20
TF-Med	3	II	Lab. di Fisica Medica I	6	Bisogni M.G.	FIS/07	MD30
FT-Fot	3	II	Dispos. Elett. per la Fis. Applic.	6	Rolla P.	FIS/07	FT10
FT-Fot	3	II	Fis. dei Materiali per la Fotonica	3	Doni E.	FIS/03	FT20
FT-fot	3	II	Fondam. di Comun. Ottiche	3	Prati G.	ING-INF/03	FT30
TF-Acc	3	II	Fisica dei Plasmi III	6	Pegoraro F.	FIS/03	PL30
TF-Acc	3	II	Vuoto e Criogenia	6	Gorini G.	FIS/01	FT40

## 4.2. Informazioni sui corsi d'insegnamento

**AB10 – Misure Fisiche nella Normativa Ambientale** – 3 cfu – II sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. G. Licitra. **Argomenti principali:** la raccomandazione europea sui campi elettromagnetici. La legge quadro sui campi elettromagnetici. Valutazione di impatto ambientale per gli impianti di telefonia cellulare. Esempi e tecniche di riduzione a conformità. **Testi consigliati:** D. Andreuccetti, M. Bini, A. Checcucci, A. Ignesti, L. Millanta, R. Olmi e N. Rubino, Protezione dai Campi Elettromagnetici Non Ionizzanti IROE-CNR Terza Edizione; I campi elettromagnetici - Dagli allarmi all'evidenza scientifica sugli effetti cancerogeni - Atti del Seminario, Firenze, 30 maggio 2001 - ARPAT, CSPO, ARS. **Modalità d'esame:** prova orale.

**AS10 – Astrofisica I** – 6 cfu – II sem – III anno – FG. **Titolare:** Prof. P. Paolicchi. **Argomenti principali:** osservabili dell'astrofisica, tipi spettrali, indice di colore, magnitudine e distanza stellari, diagramma di Hertzsprung Russell, masse e raggi, popolazioni stellari, sistemi planetari, galassie, quasars, corpi autogravitanti. **Testi consigliati:** P. Paolicchi, dispense. **Modalità d'esame:** prova orale.

**CH10 – Chimica Generale A** – 6 cfu – II sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. G. Pampaloni. **Argomenti principali:** numeri e pesi atomici, pesi molecolari, gas ideali e reali. Modelli atomici, stechiometria, tabella periodica degli elementi. Legame covalente, numero di ossidazione. Simmetrie delle molecole, teoria del legame, soluzioni. Termochimica, equilibri chimici; acidi e basi, idrolisi, celle galvaniche. **Testi consigliati:** B. Mahan e H. Meyers, Chimica, Casa Editrice Ambrosiana; P. Silvestroni, Fondamenti di Chimica, Ed. Veschi; A. Sacco, Fondamenti di Chimica, Ed. Ambrosiana; R. Breschi e A. Massagli, Stechiometria, ETS Editrice. **Modalità d'esame:** compito scritto e prova orale.

**CH11 – Laboratorio di Chimica Generale** – 6 cfu – II sem – I anno – FM. **Titolare:** Prof. G. Pampaloni. **Argomenti principali:** esame dei principali strumenti di laboratorio quali vetreria, agitatori, sistemi di riscaldamento e raffreddamento. Proprietà ed usi più comuni sia degli elementi che dei loro composti più noti. Norme di sicurezza per i laboratori chimici. **Testi consigliati:** P. Silvestroni, Fondamenti di Chimica, Ed. Veschi; M. Aresta e D. Colasanti, Verso la Chimica Sperimentale, Casa Editrice Ambrosiana; R. Morassi e G.P. Speroni, Il Laboratorio Chimico, Piccin Nuova Libreria. **Modalità d'esame:** prova orale.

**CH20 – Chimica Fisica** – 6 cfu – II sem – II anno – FM. **Titolare:** Prof. I. Cacelli. **Argomenti principali:** principi della termodinamica, calori specifici, entalpia, termochimica, legge di Hess. Potenziali termodinamici, fugacità, criteri di equilibrio. Sistemi polifasici, transizioni di fasi, tensione di vapore. Pressione osmotica, ebullioscopia, crioscopia; equilibrio chimico, equazione di van't Hoff. Soluzioni elettrolitiche, attività. **Testi consigliati:** Atkins, Chimica Fisica, Ed. Zanichelli. **Modalità d'esame:** prova scritta e orale; compiti parziali possono sostituire la prova scritta.

**CH21 – Laboratorio di Chimica Fisica** – 6 cfu – II sem – II anno – FM. **Titolare:** Prof. L. Carbonaro. **Argomenti principali:** principi della termodinamica, calori specifici, entalpia, termochimica, legge di Hess. Potenziali termodinamici, fugacità, criteri di equilibrio. Diagrammi di stato ad un componente. Sistemi polifasici, transizioni di fasi, tensione di vapore. Pressione osmotica, ebullioscopia, crioscopia; Equilibrio chimico, equazione di van't Hoff. Soluzioni elettrolitiche. **Testi consigliati:** F. Daniels, J. W. Williams, P. Bender, R. A. Alberty, C.D. Cornwell, J. E. Harrimann, Experimental Physical Chemistry, Int. Student Edition, Mc Graw-Hill. P. Matesw, Experimental Physical Chemistry, Oxford Science Publication. Clarendon Press, Oxford U. K. S. Glasstone. Textbook of Physical Chemistry. MacMillan London. **Modalità d'esame:** prova pratica e orale.

**CH30 – Chimica Organica** – 6 cfu – I sem – III anno – FM. Mutuato da omonimo corso del CdS in Scienze e Tecnologie Chimiche, curriculum Materiali. **Titolare:** Prof. L. Di Bari.

**CH40 – Chimica e Tecnologia dei Materiali** – 6 cfu – II sem – III anno – FM. Mutuato da omonimo corso del CdS in Scienze e Tecnologie Chimiche, curriculum Materiali, I modulo **titolare:** Prof. A. Lucherini, II modulo **titolare:** Prof. G. Galli.

**CH41 – Laboratorio di Chimica e Tecnologia dei Materiali** – 6 cfu – II sem – III anno – FM. Mutuato dal corso Laboratorio di Chimica delle Macromolecole del CdS in Chimica Industriale, vecchio ordinamento. **Titolare:** Prof. M. Aglietto.

**FA10 – Fisica a I A** – 6 cfu – I sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. G. Pierazzini. **Esercitori:** L. Fiorini e R. Mannella. **Argomenti principali:** cinematica, primo e secondo principio di Newton, moto circolare uniforme, terzo principio, sistemi di riferimento non inerziali oscillatore, moti centrali, leggi di conservazione, urti, energia potenziale, problema di Keplero. **Testi consigliati:** L. Picasso, Lezioni di fisica Generale 1, Ed. ETS; P. Mazzoldi, M. Nigro e C.

Voci, Fisica volume 1, Ed. Edis; S. Rosati, Fisica I, Ed. Ambrosiana (Mi). **Modalità d'esame:** prove in itinere, compito scritto, prova orale.

**FA10 – Fisica a I B** – 6 cfu – I sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. A. Fabrocini. **Esercitori:** M. Lucchesi e L. Marcucci. **Argomenti principali:** cinematica del punto. Quantità di moto. Lavoro, energia. Sistemi di punti materiali. **Testi consigliati:** S. Rosati, Fisica Generale, Ed. Ambrosiana (Milano).

**Sito web:** <http://www.df.unipi.it/~fabro/corsi/> **Modalità d'esame:** prove in itinere, compito scritto, prova orale.

**FA20 – Fisica a II A** – 8 cfu – II sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. G. Pierazzini. **Esercitori:** L. Fiorini e R. Mannella. **Argomenti principali:** moto del corpo rigido, tensore d'inerzia, momento angolare. Termodinamica: temperatura e pressione, gas perfetti, teorema di equipartizione, calore e lavoro, macchine termiche, primo e secondo principio, entropia. **Testi consigliati:** L. Picasso, Lezioni di Fisica Generale 1, Ed. ETS; P. Mazzoldi, M. Nigro e C. Voci, Fisica volume 1, Ed. Edis; S. Rosati, Fisica I, Ed. Ambrosiana (Mi). **Modalità d'esame:** prove in itinere, compito scritto, prova orale.

**FA20 – Fisica a II B** – 8 cfu – II sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. A. Fabrocini. **Esercitori:** M. Lucchesi e L. Marcucci. **Argomenti principali:** momento angolare; moto dei due corpi gravitanti. Dinamica e statica del corpo rigido. Elementi di termodinamica. **Testi consigliati:** S. Rosati, Fisica Generale, Ed. Ambrosiana (Milano).

**Sito web:** <http://www.df.unipi.it/~fabro/corsi/> **Modalità d'esame:** prove in itinere, compito scritto, prova orale.

**FA30 – Fisica a III A** – 6 cfu – I sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. P. Rossi. **Argomenti principali:** meccanica relativistica: cinematica, ottica e dinamica relativistica, cinematica dei decadimenti e della diffusione. Meccanica analitica: calcolo delle variazioni, formulazione lagrangiana e hamiltoniana, piccole oscillazioni, trasformazioni canoniche, parentesi di Poisson. **Testi consigliati:** L.D. Landau e E.M. Lifshits, volumi I e II (Meccanica e Teoria classica dei campi); P. Rossi, Meccanica Relativistica e Analitica, Edizioni Plus. **Modalità d'esame:** Il superamento delle due prove in itinere sostituisce l'esame. Nei primi due appelli è possibile recuperare le prove in itinere insoddisfacenti. La prova orale non è obbligatoria.

**FA30 – Fisica a III B** – 6 cfu – I sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. D. Anselmi. **Argomenti principali:** trasformazioni di Lorentz, effetto Doppler, aberrazione della luce, quadrivettore energia-impulso, forze relativistiche. Calcolo delle variazioni, funzione lagrangiana, principio di Hamilton, simmetrie e invarianze, equazioni canoniche, forze centrali, trasformazioni canoniche, parentesi di Poisson, piccole oscillazioni. **Testi consigliati:** L.D. Landau e E.M. Lifshits, volumi I e II (Meccanica e Teoria classica dei campi). **Modalità d'esame:** Il superamento delle due prove in itinere sostituisce l'esame. La prova orale non è obbligatoria.

**FA40 – Fisica a IV** – 6 cfu – II sem – II anno – FG. **Titolare:** Prof. E. Guadagnini. **Argomenti principali:** potenziali termodinamici, transizioni di fase. Equazione del trasporto, distribuzione di equilibrio di Maxwell-Boltzmann, diffusione molecolare. Spazio delle fasi, insiemi statistici, calcolo di entropia ed energia libera. Corpo nero, distribuzione di Planck. **Testi consigliati:** E. Fermi, Termodinamica, Ed. Boringhieri; K. Huang, Meccanica Statistica, Zanichelli Editore; E. Guadagnini, dispense. **Sito web:** <http://www.df.unipi.it/~guada/Fis-a-IV.html>. **Modalità d'esame:** le prove in itinere permettono di superare l'esame. Nei primi due appelli dopo la fine delle lezioni, è possibile recuperare le prove in itinere insoddisfacenti. Prove d'esame scritte, orale a richiesta.

**FA41 – Introduzione alla Fisica Moderna** – 6 cfu – II sem – II anno – TF. **Titolare:** Prof. D. Leporini. **Argomenti principali:** insiemi statistici, microcanonico, canonico e gran canonico. Funzioni di partizione relative e loro collegamento con le principali funzioni termodinamiche. Teorema di equipartizione. Fluttuazioni di energia e densità. Cenni al teorema di fluttuazione-dissipazione. Potenziale chimico in sistemi eterogenei. Reazioni chimiche. Cenni al moto browniano. **Testi consigliati:** C. Kittel, Elementary Statistical Physics, Wiley Ed. **Modalità d'esame:** prova orale.

**FB10 – Fisica b I A** – 7 cfu – I sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. G. Moruzzi. **Esercitori:** F. Califano, A. Macchi. **Argomenti principali:** elettrostatica, campo elettrico, potenziale elettrico, materiali dielettrici, conduttori, capacità, correnti stazionarie, densità di corrente, legge di Ohm, legge di Joule, campo magnetico, forza di Lorentz, legge di Biot e Savart, potenziali magnetici vettore e scalare, teorema di Ampere, ferromagnetismo, materiali paramagnetici e diamagnetici, campi elettrici e magnetici lentamente variabili nel tempo. **Testi consigliati:** C. Mencuccini e V. Silvestrini, Fisica II, Liguori Editore. **Modalità d'esame:** prove in itinere, scritto e orale.

**FB10 – Fisica b I B** – 7 cfu – I sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. F. Costantini. **Esercitori:** M. Bondioli, A. Strumia. **Argomenti principali:** elettrostatica, potenziale elettrico, teorema di Stokes, dipolo elettrico, legge di Gauss, equazioni di Maxwell per elettrostatica, conduttori, pressione elettrostatica, polarizzazione dei dielettrici, induzione elettrica, equazione di Clausius-Mossotti, correnti elettriche, circuiti, leggi di Kirchhoff, forze magnetiche,

legge di Ampère, magnetizzazione, induzione elettromagnetica. **Testi consigliati:** J.D. Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley & Sons. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prova scritta e orale.

**FB20 – Fisica b II A** – 8 cfu – II sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. F. Pegoraro. **Esercitori:** F. Califano, A. Macchi. **Argomenti principali:** teoria classica dell'irraggiamento elettromagnetico. Propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto e nei mezzi materiali. Cenni di ottica. **Testi consigliati:** The Feynmann Lectures on Physics, vol. II; P. Mazzoli, M. Nigro e C. Voci, Fisica II, EdiSES; C. Mencuccini e V. Silvestrini, Elettromagnetismo Ottica, Liguori Editore. **Modalità d'esame:** prova scritta e orale. Lo scritto può essere sostituito dalle prove in itinere nei primi cinque appelli. La consegna dello scritto annulla i compiti.

**FB20 – Fisica b II B** – 8 cfu – II sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. V. Cavasinni. **Esercitori:** M. Bondioli, A. Strumia. **Argomenti principali:** induzione magnetica, frequenza di Larmor e di betatrone, forze tra circuiti percorsi da corrente, corrente di spostamento, equazioni di Maxwell, vettore di Poynting, onde elettromagnetiche, irraggiamento di dipolo, effetto Doppler, elementi di ottica, riflessione, rifrazione, interferenza, diffrazione. **Testi consigliati:** C. Mencuccini, V. Silvestrini, "FISICA II elettromagnetismo e ottica"; L. Picasso, "Esercitazioni di fisica generale II", ETS- Pisa. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prova scritta e orale.

**FB30 – Complementi di Elettromagnetismo** – 6 cfu – I sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. E. Campani. **Argomenti principali:** propagazione guidata di onde elettromagnetiche, cavità e fibre ottiche. Irraggiamento elettromagnetico, dipolo elettrico e magnetico, quadrupolo elettrico; diffusione e diffrazione. Moto di cariche in campi esterni, invarianti adiabatici; radiazione di smorzamento. **Testi consigliati:** J.D. Jackson, Classical electrodynamics, Ed. J. Wiley and Sons, Inc. (New York). **Modalità d'esame:** prova orale.

**FB31 – Radiazioni Elettromagnetiche nell'Ambiente I** – 6 cfu – I sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. G. Licitra. **Argomenti principali:** le principali sorgenti elettromagnetiche di interesse ambientale. Caratteristiche tecniche delle antenne per la trasmissione dei segnali. Sensori per la rivelazione del campo elettromagnetico. L'analizzatore di spettro. **Testi consigliati:** D. Andreuccetti, M. Bini, A. Checcucci, A. Ignesti, L. Millanta, R. Olmi e N. Rubino, Protezione dai Campi Elettromagnetici Non Ionizzanti IROE-CNR Terza Edizione; I campi elettromagnetici - Dagli allarmi all'evidenza scientifica sugli effetti cancerogeni - Atti del Seminario, Firenze, 30 maggio 2001 - ARPAT, CSPO, ARS. **Modalità d'esame:** prova orale.

**FB32 – Radiazioni Elettromagnetiche nell'Ambiente II** – 3 cfu – II sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. G. Licitra. **Argomenti principali:** strumentazione per il controllo dei campi elettromagnetici. Taratura dei sistemi di misura. Modellizzazione di linee elettriche ad alta tensione e di impianti per la trasmissione di segnali ad alta frequenza. **Testi consigliati:** D. Andreuccetti, M. Bini, A. Checcucci, A. Ignesti, L. Millanta, R. Olmi e N. Rubino Protezione dai Campi Elettromagnetici Non Ionizzanti IROE-CNR Terza Edizione; I campi elettromagnetici - Dagli allarmi all'evidenza scientifica sugli effetti cancerogeni - Atti del Seminario, Firenze, 30 maggio 2001 - ARPAT, CSPO, ARS. **Modalità d'esame:** prova orale.

**FB33 – Laboratorio di campi Elettromagnetici nell'Ambiente** – 6 cfu – II sem – III anno – TF-Amb. **Titolare:** Prof. F. Francia. **Argomenti principali:** la strumentazione fisica per le misure ambientali dei campi elettromagnetici. Incertezza di misura. Procedura ed esecuzione delle misure. **Testi consigliati:** D. Andreuccetti, M. Bini, A. Checcucci, A. Ignesti, L. Millanta, R. Olmi e N. Rubino, Protezione dai Campi Elettromagnetici non Ionizzanti, IROE-CNR Terza Edizione. **Modalità d'esame:** relazioni intermedie e prova orale finale.

**FN10 – Fisica Nucleare e Subnucleare I A** – 4 cfu – I sem – III anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. A. Fabrocini. **Esercitatore:** I. Bombaci. **Argomenti principali:** introduzione ai rivelatori ed acceleratori di particelle. Proprietà generali dei nuclei atomici; interazioni nucleari; modelli nucleari e nucleoni. Introduzione alla fisica delle particelle elementari. **Testi consigliati:** K.S. Krane, Introductory Nuclear Physics, Ed. J. Wiley (New York). **Sito web:** <http://www.df.unipi.it/~fabro/corsi/> **Modalità d'esame:** prova orale.

**FN10 – Fisica Nucleare e Subnucleare I B** – 4 cfu – I sem – III anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. C. Bemporad. **Argomenti principali:** richiami di relatività ed elettromagnetismo. Le radiazioni naturali. I nuclei e la loro caratterizzazione. Modelli nucleari. Fisica dei neutroni. Reazioni nucleari. Fissione e fusione. **Testi consigliati:** Krane, Introductory Nuclear Physics, John Wiley & Sons, New York. Materiale fornito dal docente. **Modalità d'esame:** prova orale.

**FN20 – Fisica Nucleare e Subnucleare II A** – 6 cfu – II sem – III anno – FG. **Titolare:** Prof. M. Viviani. **Argomenti principali:** potenziali nucleari, il deutone, diffusione elastica tra due nucleoni. Potenziale di Yukawa. Decadimenti alfa; beta, gamma; teoria di Fermi, non conservazione della parità; fusione e fissione nucleare, nucleosintesi. Fisica dei mesoni, risonanze barioniche e mesoniche. Modello a quark, cenni di cromodinamica. **Testi consigliati:** Krane, Introductory Nuclear Physics, John Wiley & Sons, New York. **Modalità d'esame:** prova orale.

**FN20 – Fisica Nucleare e Subnucleare II B** – 6 cfu – II sem – III anno – FG. **Titolare:** Prof. C. Bemporad. **Argomenti principali:** particelle elementari e loro classificazione. Numeri quantici. Simmetrie. Leggi conservative. Teoria dei decadimenti alfa e beta. Interazioni di adroni e leptoni. Il modello a quarks. Acceleratori di particelle ed esperimenti. Alcuni argomenti di astrofisica. **Testi consigliati:** Krane, Introductory Nuclear Physics. Materiale fornito dal docente. **Modalità d'esame:** prova orale.

**FT10 – Dispositivi elettronici per la Fisica Applicata** – 6 cfu – II sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. P. Rolla. **Argomenti principali:** trasporto e proprietà ottiche dei materiali. Dispositivi elettronici e fotoelettronici. Dispositivi fotonici: amplificatori, modulatori e interruttori ottici. Applicazioni al trattamento del segnale ottico, telecomunicazioni e calcolatori fotonici. **Testi consigliati:** Singh, Semiconductor Devices, McGraw. Saleh and Teich, Fundamental of photonics, Wiley. **Modalità d'esame:** prova orale.

**FT20 – Fisica dei Materiali per la Fotonica** – 3 cfu – II sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. E. Doni. **Argomenti principali:** stati elettronici nei cristalli, bande di energia, gap; semiconduttori principali; vibrazioni reticolari, fononi; assorbimento ed emissione, buche, transizioni ottiche dirette e indirette, eccitoni; impurezze; cristalli fotonici. **Testi consigliati:** G. Grosso, G. Pastori Parravicini, Solid State Physics, Academic Press. **Modalità d'esame:** prova orale.

**FT30 – Fondamenti di Comunicazioni Ottiche** – 3 cfu – II sem – III anno – TF. Mutuato dall'omonimo corso presso la Scuola S. Anna. **Titolare:** Prof. G. Prati. **Argomenti principali:** principali sistemi di comunicazione; aspetti della propagazione, effetti lineari e non lineari che caratterizzano la propagazione in fibra ottica. Esperienze di laboratorio: caratteristiche luce laser, esperienze con fibre ottiche, uso di MatLab e LabView.

**FT40 – Vuoto e Criogenia** – 6 cfu – II sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. G. Gorini. **Argomenti principali:** regimi di vuoto e possibili applicazioni. Sistemi da vuoto e loro calcolo. Pompe, misuratori di pressione e loro taratura. Analizzatori di gas residuo. **Testi consigliati:** A. Chambers, R.K. Fitch, B.S. Halliday "Basic vacuum technology" 2nd edition. Appunti integrativi forniti dal docente. **Modalità d'esame:** prova orale.

**GE10 – Geometria I A** – 8 cfu – I sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. R. Benedetti. **Esercitatore:** S. Manfredini. **Argomenti principali:** spazi vettoriali, applicazioni lineari e matrici associate, endomorfismi a meno di coniugazione, determinante, autovalori ed autovettori, forme bilineari, basi ortogonali, spazi euclidei, teorema spettrale. **Testi consigliati:** saranno indicati diversi testi di qualità equivalente. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prove d'esame scritte e orali.

**GE10 – Geometria I B** – 8 cfu – I sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. E. Fortuna. **Esercitatore:** R. Pardini. **Argomenti principali:** Spazi vettoriali, applicazioni lineari e matrici associate. Dimensione. Sistemi lineari, rango, determinante. Autovalori ed autovettori, diagonalizzazione, matrici simili. Forme bilineari, basi ortogonali, prodotti scalari, spazi euclidei, teorema spettrale. **Testi consigliati:** M. Abate, Geometria, McGraw-Hill oppure C. Ciliberto, Algebra lineare, Bollati Boringhieri. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prove d'esame scritte e orali.

**GE20 – Geometria II** – 6 cfu – II sem – I anno – opzionale. **Titolare:** Prof. R. Benedetti. **Esercitatore:** S. Manfredini. **Argomenti principali:** prodotti tensoriali, spazio duale, applicazione trasposta e aggiunta, teoremi di Witt, congruenza e similitudine, forma canonica di Jordan, lo spazio proiettivo (cenni), coniche, quadriche. **Testi consigliati:** saranno indicati diversi testi di qualità equivalente. **Modalità d'esame:** prova orale.

**IF10 – Informatica I A** – 6 cfu – II sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. P. Mancarella. **Argomenti principali:** algoritmi e programmi, rappresentazione binaria, sistemi di elaborazione, codice macchina, codifica di algoritmi in un linguaggio, programmi C, istruzioni, puntatori, array, stringhe, liste. **Testi consigliati:** S. Ceri, D. Mandrioli e L. Sbattella, Informatica e programmazione, McGraw Hill -ISBN 88-386-079-6 **Modalità d'esame:** prove scritte e orali.

**IF10 – Informatica I B** – 6 cfu – II sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. R. Gori. **Argomenti principali:** algoritmi e programmi, rappresentazione binaria, sistemi di elaborazione, codice macchina, codifica di algoritmi in un linguaggio, programmi C, istruzioni, puntatori, array, stringhe, liste. **Testi consigliati:** S. Ceri, D. Mandrioli e L. Sbattella, Informatica e programmazione, McGraw Hill -ISBN 88-386-079-6. **Modalità d'esame:** prove scritte e orali.

**IF20 – Informatica II** – 5 cfu – II sem – III anno – opzionale. **Titolare:** Prof. A. Brogi. **Argomenti principali:** analisi di algoritmi, progettazione, complessità, notazioni asintotiche; astrazione dei dati, array e strutture, liste, pile e code, tabelle di hash; progetto di algoritmi, ordinamenti inserzione, rapido, fusione, in tempo lineare. **Testi consigliati:** A. Brogi, Appunti, Università di Pisa 2002; E. Horowitz, S. Sahni, S. Anderson-Freed, Strutture dati in C, Mc-Graw Hill, 1993 (ISBN 88-386-0631-5). **Modalità d'esame:** realizzazione di un progetto e prova orale.

**LB10 – Laboratorio di Fisica I A** – 6 cfu – I sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. L. Martinelli, **Esercitori:** L. Baldini, L. Martinelli e M. Massai. **Argomenti principali:** strumenti e campioni di misura, cifre significative, rappresentazione grafica, errori e precisione di misure, elementi di probabilità e statistica, distribuzioni statistiche, teorema del limite centrale, metodi di fit. Esperienze di laboratorio, cinematica, meccanica, termologia. **Testi consigliati:** J.R. Taylor, Introduzione all'analisi degli errori, Ed. Zanichelli. M. Loreti, Teoria degli errori e fondamenti di statistica, Ed. Zanichelli. L. Martinelli, dispense del corso, Ed. ETS (Pisa). **Modalità d'esame:** prova pratica e prova orale.

**LB10 – Laboratorio di Fisica I B** – 6 cfu – I sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. L. Pardi. **Esercitori:** F. Angelini, L. Pardi. **Argomenti principali:** misure di tempi e lunghezze; analisi e propagazione degli errori, distribuzioni di probabilità; introduzione alla statistica, campioni di misura. Teorema del limite centrale, varie distribuzioni. Esperienze di laboratorio, cinematica e meccanica, termologia. **Testi consigliati:** J.R. Taylor, Introduzione all'analisi degli errori, Ed. Zanichelli. M. Loreti, Teoria degli errori e fondamenti di statistica, Ed. Zanichelli. **Modalità d'esame:** prova pratica e prova orale.

**LB11 – Tecnologie Digitali I** – 6 cfu – I sem – I anno – TF, equiparato a Laboratorio di Fisica I e utilizzabile anche per FG e FM. **Titolare:** Prof. F. Maccarrone. **Esercitatore:** A. Di Lieto. **Argomenti principali:** esperimenti e analisi dati, uso del Personal Computer, sistema operativo, introduzione all'uso di MatLab e LabView. Esperienze di laboratorio e misure di grandezze fisiche, analisi statistica dei dati, metodi digitali di misura, introduzione al calcolo numerico in sistemi fisici. **Testi consigliati:** Dispense e appunti a cura dei docenti. **Modalità d'esame:** valutazione in itinere, relazioni. Colloquio finale, presentazione di un esperimento. Possibilità di esame unico con Tecnologie Digitali II.

**LB20 – Laboratorio di Fisica II A** – 6 cfu – II sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. L. Martinelli. **Esercitori:** L. Baldini, L. Martinelli e M. Massai. **Argomenti principali:** introduzione all'uso del calcolatore, sistema operativo Linux. Misure di tempi, tavolo ad aria, V-scope. Uso del Scilab. Elementi di ottica geometrica; misure di oscillazioni e di ottica. **Testi consigliati:** M. Loreti, Teoria degli errori e fondamenti di statistica, Ed. Zanichelli. L. Martinelli, dispense del corso, Ed. ETS (Pisa). L. Baldini, dispense. **Modalità d'esame:** prove in itinere, relazioni.

**LB20 – Laboratorio di Fisica II B** – 6 cfu – II sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. F. Angelini. **Esercitori:** F. Angelini e L. Pardi. **Argomenti principali:** esperienze di ottica geometrica, complementi di analisi statistica, piccoli campioni e distribuzioni, distribuzione di Fisher, uso del computer nell'analisi dati. Esperienze di meccanica con acquisizione dati tramite computer. **Testi consigliati:** M. Loreti, Teoria degli errori e fondamenti di statistica, Ed. Zanichelli. L. Martinelli, dispense del corso, Ed. ETS (Pisa). G. Cannelli, Metodologie sperimentali in fisica, Ed. SES. **Modalità d'esame:** prova di laboratorio e prova orale, prove in itinere e relazioni.

**LB21 – Tecnologie Digitali II** – 6 cfu – II sem – I anno – TF, equiparato a Laboratorio di Fisica II e quindi utilizzabile anche per FG e FM. **Titolare:** Prof. A. Di Lieto. **Esercitatore:** F. Maccarrone. **Argomenti principali:** struttura hardware del computer, uso delle reti informatiche, approfondimenti su MatLab. Uso del linguaggio di programmazione LabVIEW. Strumenti di misura: schede di acquisizione e interfaccia, analisi dati e fit, acquisizione e analisi immagini, presentazione dati. Esperienze di laboratorio con misure di grandezze fisiche (meccaniche e termodinamiche). **Testi consigliati:** dispense fornite durante il corso. **Modalità d'esame:** lavoro individuale in laboratorio e preparazione del "log book" personale; test di valutazione in itinere; colloquio finale (presentazione di un esperimento tra quelli svolti). Possibilità di esame unico con Tecnologie Digitali I.

**LB30 – Laboratorio di Fisica III A** – 6 cfu – I sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. A. Bigi. **Esercitatore:** L. Andreozzi. **Argomenti principali:** componenti e circuiti elettrici lineari, in alimentazione continua ed alternata. Metodo simbolico per le grandezze alternate. Analisi di Fourier. Elementi non lineari, diodo. Applicazioni: integratore, derivatore, filtro, raddrizzatore. **Testi consigliati:** dispense disponibili in rete. **Modalità d'esame:** prova pratica e orale.

**LB30 – Laboratorio di Fisica III B** – 6 cfu – I sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. I. Ferrante. **Argomenti principali:** introduzione all'uso di MatLab, teoria delle reti, tester analogico e digitale, circuito RC ed RLC, oscilloscopio, induttanza, circuiti risonanti ed antirisonanti, filtri analogici passivi, filtri passa alto e passa basso, filtri meccanici, semiconduttori, diodo, transistor. **Testi consigliati:** dispense del corso. **Modalità d'esame:** prova pratica e prova orale.

**LB40 – Laboratorio di Fisica IV** – 6 cfu – II sem – II anno – FG. **Titolare:** Prof. A. Bigi. **Esercitatore:** L. Andreozzi. **Argomenti principali:** magnetismo: induzione magnetica, circuiti magnetici. Coefficienti di auto e mutua induzione. Materiali ferromagnetici. Fenomeni d'isteresi e correnti parassite. Ottica fisica: principio di Huygens-Fresnel, polarizzazione, interferenza e diffrazione. **Testi consigliati:** Silvestrini-Mencuccini, Fisica II; dispense disponibili in rete. **Modalità d'esame:** la valutazione è determinata dall'esito delle prove pratiche eseguite nel corso e dall'esito di una prova pratica e/o numerica a fine corso.

**LB41 – Laboratorio di Tecnologie Fisiche** – 6 cfu – II sem – II anno – TF. **Titolare:** Prof. I. Ferrante. **Argomenti principali:** legge di Malus, interferenza e diffrazione, misura del campo magnetico, uso avanzato di MatLab, metodo Montecarlo, scheda acquisizione segnali, uso di LabView, quantizzazione e discretizzazione, onde sonore, velocità del suono, corda vibrante. **Testi consigliati:** dispense del corso. **Modalità d'esame:** al termine del corso, viene proposto un voto in base alla frequenza e al lavoro svolto durante l'anno. Se lo studente non accetta il voto, può affrontare un esame costituito da una prova pratica e una orale.

**LB50 – Laboratorio di Fisica V A** – 6 cfu – I sem – III anno – FG. **Titolare:** Prof. F. Forti. **Esercitori:** S. Bettarini, D. Nicolò. **Argomenti principali:** dispositivi a semiconduttore, drogaggi, giunzioni. Funzionamento di diodi, transistori e semplici amplificatori. Circuiti logici combinatori e sequenziali. Elementi di programmazione e struttura dei computer. **Testi consigliati:** J. Millman, Microelettronica, McGraw Hill Ed.; S. Muller, T. I. Kamins, Dispositivi elettronici nei circuiti integrati, Boringhieri Ed. **Modalità d'esame:** Prove pratica ed orale.

**LB50 – Laboratorio di Fisica V B** – 6 cfu – I sem – III anno – FG. **Titolare:** Prof. V. Flaminio. **Esercitori:** C. Roda, F. Spinella. **Argomenti principali:** aritmetica binaria, circuiti logici, algebra di Boole, leggi di De Morgan, operazioni su numeri binari, sistemi e comparatori digitali, contatori e divisori di frequenza, circuiti di moltiplicazione e divisione, uso dei microprocessori. **Testi consigliati:** V. Flaminio, Dispense. **Sito web:** <http://www.df.unipi.it/~flaminio/laboratori/esperimentazioni3.html>. **Modalità d'esame:** prova pratica e orale.

**LB51 – Laboratorio di Fisica dei Materiali** – 6 cfu – I sem – III anno – FM. **Titolare:** Prof. M. Lucchesi. **Argomenti principali:** proprietà elettriche: misure di conducibilità e coefficiente di Hall, metodo van der Pauw. Proprietà magnetiche: misure di suscettività, metodo di Faraday. Proprietà piezoelettriche; caratterizzazione e curva d'isteresi. Proprietà dielettriche: misure della costante dielettrica, tecniche di spettroscopia d'impedenza. **Testi consigliati:** dispense, Scienza dei materiali una introduzione, William D. Callister, Jr. edizioni EdiSES. **Modalità d'esame:** prova pratica e orale.

**LB52 – Strumentazione Fisica I** – 6 cfu – I sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. G. Gorini. **Argomenti principali:** interazione radiazione ionizzante materia e sue applicazioni mediche, rivelatori per particelle ionizzanti, rivelatori plastici, spettroscopia a raggi X, trattamento di immagini, metodi tomografici, utilizzo di LABVIEW, realizzazione di un sistema di acquisizione dati controllato. Tre esperienze: misure con rivelatori plastici e spettroscopia X; elaborazione di immagini; realizzazione di un sistema di acquisizione dati controllato da PC. Al termine delle esperienze deve essere scritta una relazione sul lavoro svolto. **Testi consigliati:** appunti e dispense forniti dal docente. **Modalità d'esame:** prova orale.

**LB60 – Laboratorio di Fisica VI A** – 6 cfu – II sem – III anno – FG. **Titolare:** Prof. M. Carpinelli. **Esercitatore:** D. Nicolò. **Argomenti principali:** Circuiti con reazione. Amplificatori differenziali e circuiti operazionali: applicazioni lineari e non lineari. Convertitori digitale-analogico e analogico-digitale. Rivelatori di fase digitali. Circuiti ad aggancio di fase. Nozioni base sul rumore nei circuiti elettronici. Richiami di ottica fisica. Interferenza, diffrazione di Fraunhofer e di Fresnel. Dispositivi optoelettronici, rivelatori di luce, fotomoltiplicatori. Spettroscopia atomica elementare. **Testi consigliati:** J. Millman, Microelettronica, McGraw Hill; P. Horowitz, W.Hill, The art of electronics. Cambridge University Press; S. Muller, T.I Kamins, Dispositivi elettronici nei circuiti integrati, Boringhieri; M. Born, E. Wolf, Principle of Optics, I. Pergamon Press. **Modalità d'esame:** Esame in laboratorio e prova orale.

**LB60 – Laboratorio di Fisica VI B** – 6 cfu – II sem – III anno – FG. **Titolare:** Prof. V. Flaminio. **Esercitori:** C. Roda, E. Falchini. **Argomenti principali:** giunzioni p-n, diodi a semiconduttore, circuiti limitatori e rettificatori, filtri capacitivi, transistor a giunzione, implementazione di circuiti logici, amplificatori, circuiti con feedback, rivelatori a picco, conversione tra analogico e digitale. **Testi consigliati:** V. Flaminio, Dispense. **Sito web:** <http://www.df.unipi.it/~flaminio/laboratori/esperimentazioni3.html>. **Modalità d'esame:** prova pratica e orale.

**MA10 – Analisi Matematica I A** – 8 cfu – I sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. A. Marino. **Esercitatore:** M. Novaga. **Argomenti principali:** proprietà dei numeri reali, funzioni elementari e loro proprietà, criteri di convergenza, numeri complessi, sviluppi polinomiali. **Testi consigliati:** testi indicati dal docente durante il corso. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prove scritte e orali.

**MA10 – Analisi Matematica I B** – 8 cfu – I sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. P. Majer. **Esercitatore:** C. Carminati. **Argomenti principali:** proprietà dei numeri reali, funzioni elementari e loro proprietà, criteri di convergenza, numeri complessi, sviluppi polinomiali. **Testi consigliati:** testi indicati dal docente durante il corso. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prove scritte e orali.

**MA20 – Analisi Matematica II A** – 6 cfu – II sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. A. Marino. **Esercitatore:** M. Novaga. **Argomenti principali:** funzioni convesse, studio di funzione, integrali, formula di Taylor, equazioni

differenziali, sistemi lineari. **Testi consigliati:** testi indicati dal docente durante il corso. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prove scritte e orali.

**MA20 – Analisi Matematica II B** – 6 cfu – II sem – I anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. P. Majer. **Esercitatore:** C. Carminati. **Argomenti principali:** funzioni convesse, studio di funzione, integrali, formula di Taylor, equazioni differenziali, sistemi lineari. **Testi consigliati:** testi indicati dal docente durante il corso. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prove scritte e orali.

**MA30 – Analisi Matematica III A** – 8 cfu – I sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. V. Murthy. **Esercitatore:** M.S. Gelli. **Argomenti principali:** funzioni di più variabili reali, successioni e serie di funzioni; serie di Fourier; curve e superfici. Introduzione alla teoria della misura e dell' integrazione secondo Lebesgue; area e integrale di superficie e applicazioni a problemi di fisica. **Testi consigliati:** E. Giusti, volume II; J. Cecconi e G. Stampacchia volume II; P.Marcellini, volume II; W. Rudin. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prove scritte e orali.

**MA30 – Analisi Matematica III B** – 8 cfu – I sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. V. Georgiev. **Esercitatore:** N. Visciglia. **Argomenti principali:** serie e successioni di funzioni, serie di Fourier, derivate delle funzioni di più variabili, equazioni ordinarie, integrale multiplo, integrazione sulle varietà, curve e superfici. **Testi consigliati:** J. P. Cecconi, G. Stampacchia, Analisi matematica, secondo volume, Liguori Editore, 1980; E. Giusti, Analisi Matematica, secondo volume, Boringhieri, 1983; N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, Analisi Matematica II, Liguori Editore, 1996; C. D. Pagani, S. Salsa, Analisi Matematica, secondo volume, Masson, 1991; G. Prodi, Lezioni di Analisi Matematica II, ETS Editrice, 1974. Sito web: <http://www.dm.unipi.it/~georgiev/fisica03-04.html>. **Modalità d'esame:** prove in itinere, prove scritte e orali.

**MA40 – Analisi Matematica IV** – 6 cfu – II sem – II anno – opzionale. **Titolare:** Prof. V. Murthy. **Esercitatore:** M.S. Gelli. **Argomenti principali:** funzioni implicite e diffeomorfismi locali, equazioni differenziali ordinarie. Principali risultati dell' integrale secondo Lebesgue, integrali superficiali, campi vettoriali e forme differenziali; teoremi di Gauss - Green, della divergenza e formula di Stokes, applicazioni. Introduzione al calcolo delle variazioni e applicazioni alla meccanica e relazione con equazioni a derivate parziali di interesse per la fisica. **Testi consigliati:** E. Giusti, volume II; J. Cecconi e G. Stampacchia volume II; P. Marcellini, volume II; W. Rudin. **Modalità d'esame:** prove scritte e orali.

**MD10 – Tecniche Fisiche di Diagnostica Biomedica** – 6 cfu – I sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. M. Emdin. **Argomenti principali:** presentazione e discussione delle varie tecniche diagnostiche di interesse medico basate sull'utilizzo di segnali prodotti dall'organismo (ECG, EEG,...) o sulla risposta dell'organismo a stimoli esterni (TAC, ultrasuoni, ...). **Testi consigliati:** testi indicati dal docente durante il corso. **Modalità d'esame:** prova orale.

**MD20 – Elaborazione di Segnali Biomedici I** – 6 cfu – II sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. A. Ripoli. **Argomenti principali:** caratteristiche dei sensori utilizzati per la registrazione di segnali fisiologici e tecniche di analisi dei dati ottenuti per estrarre informazioni utili per la diagnosi. **Testi consigliati:** testi indicati dal docente durante il corso. **Modalità d'esame:** prova orale.

**MD30 – Laboratorio di Fisica Medica I** – 6 cfu – II sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. M. G. Bisogni. **Argomenti principali:** interazioni radiazioni ionizzanti con la materia; Strumentazione e tecniche di misura delle radiazioni ionizzanti; Determinazione della qualità di fasci di raggi X prodotti da macchine radiogene; Dosimetria delle radiazioni ionizzanti; Tecniche sperimentali di "imaging" in emissione e trasmissione. Simulazioni Monte Carlo: esempi ed applicazioni in fisica medica. **Testi consigliati:** G.F. Knoll, Radiation detection and measurement, J.Wiley & Sons, New York; H. E. Johns, J.R. Cunningham, The Physics of radiology, C.C. Thomas, Springfield; Materiale didattico fornito dal docente. **Modalità d'esame:** esercitazioni di laboratorio e colloquio orale.

**MM10 – Metodi matematici I A** – 4 cfu – II sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. L. Bracci. **Argomenti principali:** spazi normati  $L^1$ ,  $L^2$ ,  $C^0$ . Serie di Fourier, funzione di Green, spazi di Hilbert, operatori unitari e isometrici. Trasformate di Fourier, convoluzione, operatori limitati e chiusi. **Testi consigliati:** G. Cicogna, dispense. **Modalità d'esame:** prove in itinere valide per superare lo scritto, prova orale. Esami scritti, orale a richiesta.

**MM10 – Metodi matematici I B** – 4 cfu – II sem – II anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. G. Cicogna. **Esercitatore:** G. Morchio. **Argomenti principali:** introduzione agli spazi di Hilbert, serie ed integrale di Fourier con applicazioni, introduzione alla delta di Dirac. **Testi consigliati:** G. Cicogna, dispense. **Modalità d'esame:** prove in itinere valide per superare lo scritto, prova orale. Esami scritti, orale a richiesta.

**MM20 – Metodi matematici II A** – 6 cfu – I sem – III anno – opzionale. **Titolare:** Prof. L. Bracci. **Argomenti principali:** funzioni di variabile complessa, trasformazioni conformi e loro applicazioni, funzioni di Green, relazioni di dispersione, formule di Kramers-Kronig, causalità, distribuzioni temperate, trasformate di Fourier, convoluzione, distribuzioni periodiche. **Testi consigliati:** G. Cicogna, dispense. Appunti forniti dal docente. **Modalità d'esame:** prova orale.

**MM20 – Metodi matematici II B** – 6 cfu – I sem – III anno – opzionale. **Titolare:** Prof. G. Cicogna. **Argomenti principali:** operatori lineari tra spazi di Hilbert, funzioni di una variabile complessa, trasformate di Fourier e Laplace, distribuzioni, funzioni di Green; introduzione alle simmetrie in Fisica. **Testi consigliati:** G. Cicogna, dispense. **Modalità d'esame:** prove in itinere valide per superare lo scritto, prova orale. Esami scritti, orale a richiesta.

**MQ10 – Meccanica Quantistica I A** – 9 cfu – I sem – III anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. K. Konishi. **Esercitatore:** C. Giannessi. **Argomenti principali:** principio di sovrapposizione equazione di Schroedinger, sistemi unidimensionali, bra e ket, momento angolare, sistemi tridimensionali, teoria delle perturbazioni. **Testi consigliati:** L.D. Landau e E.M. Lifshitz, Quantum Mechanics, Ed. Pergamon Press; K. Konishi, dispense di Meccanica Quantistica. **Modalità d'esame:** prove in itinere, esame scritto e orale.

**MQ10 – Meccanica Quantistica I B** – 9 cfu – I sem – III anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. P. Menotti. **Esercitatore:** E. d'Emilio. **Argomenti principali:** modello atomico Bohr-Sommerfeld, principio di indeterminazione, osservabili e stati, ortogonalità e degenerazione. Regole di commutazione, evoluzione temporale, potenziali in varie dimensioni, momento angolare, atomo di idrogeno. **Testi consigliati:** L.D. Landau e E.M. Lifshitz, Quantum Mechanics, Ed. Pergamon Press; P.A.M. Dirac, The Principles of Quantum Mechanics, Ed. Oxford. **Modalità d'esame:** prove in itinere, esame scritto e orale.

**MQ20 – Meccanica Quantistica II A** – 6 cfu – II sem – III anno – opzionale. **Titolare:** Prof. G. Paffuti. **Argomenti principali:** teoria delle perturbazioni, livelli di Landau, particelle identiche, livelli energetici degli atomi e loro correzioni relativistiche. Effetti Stark e Zeeman. Teoria semiclassica della radiazione; quantizzazione del campo elettromagnetico. **Testi consigliati:** L.D. Landau e E.M. Lifshitz, Quantum Mechanics, Ed. Pergamon Press. **Modalità d'esame:** prova orale.

**MQ20 – Meccanica Quantistica II B** – 6 cfu – II sem – III anno – opzionale. **Titolare:** Prof. E. d'Emilio. **Argomenti principali:** teoria delle perturbazioni, livelli di Landau, particelle identiche, livelli energetici degli atomi e loro correzioni relativistiche. Effetti Stark e Zeeman. Teoria semiclassica della radiazione; quantizzazione del campo elettromagnetico. **Testi consigliati:** L.D. Landau e E.M. Lifshitz, Quantum Mechanics, Ed. Pergamon Press. **Modalità d'esame:** prova orale.

**OT10 – Complementi di Ottica** – 3 cfu – I sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. M. Lucchesi. **Argomenti principali:** riflessione e rifrazione, interferenza e diffrazione, polarizzazione, coerenza spaziale e temporale, dualismo onda particella, onde in mezzi materiali. **Testi consigliati:** Onde e oscillazioni, La Fisica di Berkely, edizioni Zanichelli. **Modalità d'esame:** prova orale.

**OT20 – Laboratorio di Ottica** – 3 cfu – I sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. D. Giulietti. **Argomenti principali:** polarizzazione della luce; birifrangenza; interferenza e diffrazione; grado di coerenza di una radiazione e sua misura; uso del reticolo di diffrazione per la spettroscopia ottica; radiazione laser: brillantezza di un sorgente, ed intensità di radiazione. **Testi consigliati:** Lovitch-Rosati, Fisica Generale, Casa Editrice Ambrosiana, Milano; Bruno Rossi, Optics, Addison-Wesley Publishing Company, London. **Modalità d'esame:** orale.

**PL30 – Plasmii III** – 6 cfu – II sem – III anno – TF. **Titolare:** Prof. F. Pegoraro. **Argomenti principali:** Argomenti avanzati di fisica dei plasmii. **Modalità d'esame:** prova orale.

**RG10 – Introduzione alla Relatività Generale** – 6 cfu – II sem – II o III anno – opzionale. **Titolare:** Prof. E. Fabri. **Argomenti principali:** principio di equivalenza, metrica di Schwarzschild, deflessione della luce, precessione del perielio, teorema di Birkhoff, collasso gravitazionale, buchi neri. La geometria di Robertson-Walker, la legge di Hubble. Costante cosmologica, onde gravitazionali. **Testi consigliati:** C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler, Gravitation, Ed. W.H. Freeman and company, New York. **Modalità d'esame:** prova orale.

**SF10 – Storia della Fisica** – 6 cfu – I + II sem – II anno – opzionale. **Titolare:** Prof. R. Vergara Caffarelli. **Argomenti principali:** l'evoluzione delle idee e l'analisi degli esperimenti realizzati da Galileo, utilizzando quanto egli ha pubblicato o ha lasciato scritto negli appunti inediti e nelle lettere. **Testi consigliati:** dispense fornite dal docente, articoli specialistici indicati nelle lezioni. **Modalità d'esame:** tesina scritta su un argomento a scelta attinente il corso, prova orale.

**SM10 – Struttura della Materia I A** – 5 cfu – I sem – III anno – obbligatorio. **Titolare:** Prof. E. Arimondo. **Argomenti principali:** distribuzione di Boltzmann, sistema a due livelli elettronici in campo esterno, statistiche quantistiche e loro limite classico, corpo nero, modello di Debye dei calori specifici, condensazione di Bose-Einstein, Gas di Fermi, livello di Fermi, fluttuazioni nel numero e in energia, teorema di Nyquist. Legami chimici, elasticità dei solidi, bande di energia nei solidi, teorema di Bloch, emissione stimolata e spontanea. **Testi consigliati:** E. Arimondo,

Lezioni di Struttura della Materia, ETS-Pisa; E. Arimondo, dispense. **Modalità d'esame:** a scelta tra: (1) un esame orale su tutti gli argomenti svolti durante il corso; (b) un seminario su un argomento unico del corso, da concordare. Per accedere a questo esame semplificato gli studenti devono aver superato, durante il semestre, i due compitini con una media di 7/10.

**SM10 – Struttura della Materia I B – 5 cfu – I sem – III anno – obbligatorio. Titolare:** Prof. S. Carusotto. **Argomenti principali:** principi di meccanica statistica; grandezze termodinamiche; distribuzioni di Gibbs, Fermi e Bose; fluttuazioni; stati elettronici nei cristalli. **Testi consigliati:** Landau e Lifshits, Kittel. **Modalità d'esame:** prova orale.

**SM20 – Struttura della Materia II A – 6 cfu – II sem – III anno – FG. Titolare:** Prof. E. Arimondo. **Argomenti principali:** fluttuazioni termiche per fermioni e bosoni, interferometro stellare, processi casuali, probabilità condizionata, rumore termico, perturbazioni dipendenti dal tempo, sviluppo perturbativo, trasformazioni a più fotoni, effetto Raman, coefficienti di Einstein, frequenza di Rabi, emissione spontanea, rilassamento ed equazioni di Bloch, coefficiente di assorbimento. **Testi consigliati:** E. Arimondo, Lezioni di Struttura della Materia, ETS-Pisa; E. Arimondo, dispense. **Modalità d'esame:** a scelta tra: (1) un esame orale su tutti gli argomenti svolti durante il corso; (b) un seminario su un argomento unico del corso, da concordare. Per accedere a questo esame semplificato gli studenti devono aver superato, durante il semestre, i due compitini con una media di 7/10.

**SM20 – Struttura della Materia II B – 6 cfu – II sem – III anno – FG. Titolare:** Prof. S. Carusotto. **Argomenti principali:** vibrazioni reticolari; dinamica semiclassica dell'elettrone nei cristalli; conducibilità; descrizione quantistica del campo elettromagnetico libero; stati coerenti e rappresentazione P; proprietà statistiche della radiazione. **Testi consigliati:** Ashcroft e Mermin, Loudon, Mandel e Wolf. **Modalità d'esame:** prova orale.

---

## 5.1. Settori Scientifico Disciplinari di Fisica

### FIS/01 – Fisica sperimentale

Comprende le competenze necessarie per effettuare ricerche sperimentali, in particolare quelle per investigare i processi fisici e i principi di funzionamento della strumentazione atta al controllo e alla rivelazione dei fenomeni, alla produzione e alla rivelazione delle radiazioni, alla metrologia e alla trattazione dei dati sperimentali. Comprende le competenze necessarie allo sviluppo e al trasferimento delle conoscenze per le tecnologie innovative. Le competenze di questo settore riguardano anche la ricerca nei campi dell'acustica, dell'elettronica, dell'elettromagnetismo e della termodinamica.

### FIS/02 – Fisica teorica, modelli e metodi matematici

Comprende le competenze necessarie alla trattazione teorica dei fenomeni fisici, partendo da principi e da leggi fondamentali e con l'ausilio di adeguati strumenti matematici e computazionali, nonché le competenze atte all'approfondimento applicativo della matematica finalizzato alla investigazione, alla trattazione teorica e alla modellistica dei fenomeni fisici. Le competenze di questo settore riguardano anche la ricerca nei campi dei fondamenti della fisica, dei sistemi dinamici, degli aspetti statistici dei sistemi fisici complessi, della relatività speciale e generale e delle teorie relativistiche.

### FIS/03 – Fisica della materia

Comprende le competenze necessarie alla trattazione teorica e sperimentale degli stati di aggregati sia atomici sia molecolari, nonché le competenze atte alla trattazione delle proprietà di propagazione e interazione dei fotoni con i campi e con la materia. Le competenze di questo settore riguardano anche la ricerca nei campi della fisica atomica e molecolare, degli stati liquidi e solidi, dei composti e degli elementi metallici e semiconduttori, degli stati diluiti e dei plasmi, nonché della fotonica, dell'ottica dell'optoelettronica e dell'elettronica quantistica.

### FIS/04 – Fisica nucleare e subnucleare

Comprende le competenze necessarie allo studio, da un punto di vista sia teorico sia sperimentale, dei fenomeni nucleari, subnucleari, spettroscopici, dei fenomeni riguardanti le particelle costituenti e le loro interazioni fondamentali nonché le competenze necessarie all'investigazione degli sviluppi tecnologici e strumentali connessi. Le competenze di questo settore riguardano anche la ricerca nei campi della fisica legata ai reattori nucleari e alle sorgenti radiogene in genere, nonché nei campi dell'elettronica nucleare, della radioattività e della fisica delle particelle di origine cosmica.

### FIS/05 – Astronomia e astrofisica

Comprende le competenze necessarie allo studio, sia teorico, sia osservativo, dei fenomeni astronomici e astrofisici e cioè dei corpi celesti e dei sistemi di corpi celesti, della cosmologia, della fisica dei sistemi autogravitanti e della gravitazione soprattutto nei suoi aspetti classici, statistico-meccanici e computazionali, nonché della fisica spaziale e

cosmica. Comprende anche le competenze atte allo sviluppo di metodologie e tecnologie innovative, osservative e computazionali, finalizzate all'approfondimento delle conoscenze specifiche. Le competenze di questo settore riguardano pure la ricerca nei campi della fisica del mezzo interstellare e intergalattico, dello studio dei fenomeni emissivi ad alte energie nonché dei metodi matematici e computazionali specifici del settore.

#### **FIS/06 – Fisica per il sistema terra e per il mezzo circumterrestre**

Comprende le competenze necessarie alla definizione e al perfezionamento di metodologie fisiche e fisico-matematiche per lo studio della Terra solida e della Terra fluida e delle loro interazioni dinamiche, compresi i processi fisici di diffusione e turbolenza, del mezzo circumterrestre (incluse atmosfera, magnetosfera) e delle interazioni tra sistema Terra e sistema solare. Comprende anche le competenze atte alla progettazione, sviluppo e perfezionamento delle strumentazioni per le indagini sui macrosistemi terrestri e circumterrestri, nonché le competenze necessarie al perfezionamento e allo sviluppo delle metodiche di raccolta, trattazione e specifica interpretazione dei dati e della loro descrizione teorico-matematica.

#### **FIS/07 – Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina)**

Comprende l'applicazione di metodiche e tecniche fisiche innovative necessarie allo studio e alla conservazione dei beni culturali. Comprende anche le competenze atte allo studio e allo sviluppo di metodologie fisiche (teoriche e sperimentali) necessarie sia alla descrizione e alla comprensione della materia vivente nel contesto ambientale, biologico e medico, sia allo sviluppo e all'utilizzo della strumentazione necessaria al controllo e alla rivelazione di fenomeni fisici nell'ambito della prevenzione, diagnosi e cura. Le competenze di questo settore riguardano anche la ricerca nel campo dell'archeometria e della diagnostica dei beni culturali, della modellistica ambientale, della biofisica e delle tecniche fisiche della diagnostica biomedica, nonché nel campo della radioprotezione dell'uomo, dell'ambiente e delle cose.

#### **FIS/08 – Didattica e storia della fisica**

Comprende le competenze necessarie allo studio della storia della fisica a partire dalle origini delle idee fisiche e allo studio e allo sviluppo delle metodiche didattiche e di trasferimento dei concetti fondamentali e delle conoscenze della fisica. Le competenze di questo settore riguardano anche le problematiche storiche, epistemologiche e didattiche connesse con i fondamenti della fisica classica e moderna.