

## **Corsi di Studio in Fisica**

### **LAUREA IN FISICA**

Classe L-30 “Scienze e tecnologie fisiche” del D.M. 270/04 (Laurea Triennale)

# **REGOLAMENTO DIDATTICO**

***A.A. 2016/2017 e successivi***

*(prima approvazione: A.A. 2014/15; aggiornamenti: include tutte le rettifiche introdotte entro l'anno 2015)*

## **ARTICOLO 1**

### *Definizioni*

Ai sensi del presente regolamento si intendono:

1. per Dipartimento, il Dipartimento di Fisica dell’Università degli Studi di Napoli Federico II;
2. per Regolamento sull’Autonomia didattica, di seguito denominato RAD, il Regolamento recante norme concernenti l’Autonomia Didattica degli Atenei di cui al D.M. del 3 novembre 1999, n. 509 come modificato e sostituito dal D.M. del 23 ottobre 2004, n. 270;
3. per Regolamento Didattico di Ateneo (RDA), il Regolamento approvato dall’Università degli Studi di Napoli Federico II, così come modificato con i D.R. 1863 del 27/05/2010, 1680 del 17/05/2012 e 1859 del 29/05/2012, ai sensi dell’Art.11 del D.M. del 23 ottobre 2004, n. 270;
4. per Decreti ministeriali, di seguito denominati DCL, il Decreto M.U.R. 16 marzo 2007 di determinazione delle classi delle lauree universitarie;
5. per Corso di Laurea, il Corso di Laurea in Fisica, come individuato dall’Art.2 del presente regolamento;
6. per titolo di studio, la Laurea in Fisica, come individuata dall’Art.2 del presente regolamento;
7. per Commissione la Commissione per il Coordinamento Didattico Corso di Laurea in Fisica;
8. per Scuola, la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base dell’Università degli Studi di Napoli Federico II;
9. nonché tutte le altre definizioni di cui all’Art.1 del RDA.

## **ARTICOLO 2**

### *Titolo e Corso di Laurea*

1. Il presente Regolamento disciplina il Corso di Laurea in Fisica appartenente alla classe L-30 “Scienze e Tecnologie Fisiche” di cui alla tabella allegata al D.M. 16 marzo 2007 e al relativo Ordinamento Didattico, incardinato nel Dipartimento.
2. Gli obiettivi formativi qualificanti del Corso di Laurea sono quelli fissati nell’Ordinamento

Didattico.

3. I requisiti di ammissione al Corso di Laurea sono quelli previsti dalle norme vigenti in materia. Altri requisiti formativi e culturali possono essere richiesti per l'accesso al Corso di Laurea in Fisica, secondo le normative prescritte dall'art. 4 del presente Regolamento.
4. La Laurea si consegue al termine del Corso di Laurea e comporta l'acquisizione di 180 Crediti Formativi Universitari (CFU).

### **ARTICOLO 3**

#### *Struttura didattica*

1. Il Corso di Laurea è retto dalla Commissione di Coordinamento Didattico.
2. La Commissione è costituita come previsto dallo Statuto e dal RDA, e ha le competenze previste dal RDA.
3. La Commissione è presieduta da un Coordinatore, eletto secondo quanto previsto dallo Statuto. Il Coordinatore ha la responsabilità del funzionamento della Commissione, ne convoca le riunioni ordinarie e straordinarie.
4. La Commissione e il Coordinatore svolgono i compiti previsti dal RDA.
5. All'interno della Commissione è costituita una Commissione Istruttoria, i cui compiti sono quelli di programmare le riunioni di Commissione e di istruire le pratiche studenti per l'approvazione da parte della Commissione o perché vengano evase, tramite decreto, da parte del Coordinatore.
6. La Commissione Istruttoria è presieduta dal Coordinatore della Commissione.

### **ARTICOLO 4**

#### *Requisiti di ammissione al Corso di Laurea, attività formative propedeutiche e integrative*

1. Per l'ammissione al Corso di Laurea, è richiesto allo studente il possesso di una preparazione iniziale indicata nell'Allegato A, che costituisce parte integrante del presente Regolamento.
2. Il possesso delle conoscenze richieste sarà accertato mediante test di ingresso obbligatorio. Il test avrà lo scopo di orientare gli studenti e di valutare la loro formazione di base. Eventuali carenze nella preparazione individuale dovranno essere colmate mediante attività formative integrative e/o attività tutoriali, organizzate dalla Commissione. Il risultato del test di ingresso non è comunque vincolante per l'immatricolazione.

### **ARTICOLO 5**

#### *Crediti formativi universitari, curricula, tipologia e articolazione degli insegnamenti*

1. Il credito formativo universitario è definito nel RDA e nel RAD.
2. L'Allegato B1, che costituisce parte integrante del presente Regolamento, riporta in sintesi gli obiettivi formativi specifici indicati nell'Ordinamento, compreso un quadro delle conoscenze, competenze e abilità da acquisire, e definisce:
  - a) l'elenco degli insegnamenti del corso di laurea, con l'eventuale articolazione in moduli e i crediti ad essi assegnati, con l'indicazione della tipologia di attività e dei settori scientifico-disciplinari di riferimento e dell'ambito disciplinare;
  - b) le attività a scelta dello studente, i relativi CFU e le modalità di acquisizione e verifica;

- c) le altre attività formative previste, i relativi CFU e le modalità di verifica dei risultati degli *stage*, dei tirocini e dei periodi di studio all'estero;
  - d) i CFU assegnati per la preparazione della prova finale;
  - e) le modalità di verifica della conoscenza delle lingue straniere e i relativi CFU.
3. Le schede che costituiscono l'allegato B2 definiscono per ciascun insegnamento e attività formativa:
    - a) il settore scientifico disciplinare, i contenuti e gli obiettivi formativi specifici, con particolare riferimento ai descrittori di Dublino, la tipologia della forma didattica, i crediti e le eventuali propedeuticità di ogni insegnamento e di ogni altra attività formativa;
    - b) le modalità di verifica della preparazione e il tipo di esame che consenta nei vari casi il conseguimento dei relativi crediti.
  4. L'Allegato B1 al presente Regolamento è redatto nel rispetto di quanto previsto dagli art. 8 e art. 23 del RDA. In particolare, esso può prevedere l'articolazione dell'offerta didattica in moduli di diversa durata, con attribuzione di diverso peso nell'assegnazione dei crediti formativi universitari corrispondenti.
  5. Oltre ai corsi di insegnamenti ufficiali, di varia durata, che terminano con il superamento dei relativi esami, elencati nell'Allegato B1 al presente Regolamento, la Commissione può prevedere l'attivazione di corsi di sostegno, seminari, esercitazioni in laboratorio o in biblioteca, esercitazioni di pratica testuale, esercitazioni di pratica informatica e altre tipologie di insegnamento ritenute adeguate al conseguimento degli obiettivi formativi del Corso.
  6. Nel caso di corsi d'insegnamento articolati in moduli, questi potranno essere affidati alla collaborazione di più Professori di ruolo e/o Ricercatori.

## **ARTICOLO 6**

### *Manifesto degli Studi e piani di studio*

1. Al fine dell'approvazione da parte del Consiglio di Dipartimento la Commissione propone in particolare:
  - a) le alternative offerte e consigliate, per l'eventuale presentazione da parte dello studente di un proprio piano di studio;
  - b) le modalità di svolgimento di tutte le attività didattiche;
  - c) la data di inizio e di fine delle singole attività didattiche;
  - d) i criteri di assegnazione degli studenti a ciascuno degli eventuali corsi plurimi;
  - e) le disposizioni sugli eventuali obblighi di frequenza;
  - f) le scadenze connesse alle procedure per le prove finali;
  - g) le modalità di copertura degli insegnamenti e di tutte le altre attività didattiche.
2. Gli studenti non sono obbligati a indicare previamente le attività formative a scelta autonoma, quando siano scelte nell'ambito degli insegnamenti attivati nell'Ateneo e in coerenza con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea.
3. I piani di studio individuali, contenenti la richiesta di approvazione di percorsi che si differenziano da quello indicato nell'Allegato B1, presentati alla Segreteria Studenti entro i tempi fissati dal Senato Accademico, saranno vagliati dalla Giunta della Commissione e, sulla base della congruità con gli obiettivi formativi specificati nell'Ordinamento didattico, approvati, respinti o modificati. Per gli studenti in corso il Piano di Studio prevede le attività formative indicate dal Regolamento per i vari anni di corso integrate dagli insegnamenti scelti in maniera autonoma.

## **ARTICOLO 7**

### *Orientamento e tutorato*

1. Le attività di orientamento e tutorato sono organizzate e regolamentate dalla Commissione, secondo quanto stabilito dal RDA.

## **ARTICOLO 8**

### *Ulteriori iniziative didattiche dell'Università*

1. In conformità al comma 8 dell'art. 2 del RDA, la Commissione può proporre all'Università di organizzare iniziative didattiche di perfezionamento, corsi di preparazione agli Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio delle professioni e ai concorsi pubblici e per la formazione permanente, corsi per l'aggiornamento e la formazione degli insegnanti di Scuola Superiore. Tali iniziative possono essere promosse attraverso convenzioni con Enti pubblici o privati.

## **ARTICOLO 9**

### *Trasferimenti, passaggi di Corso, ammissione a prove singole*

1. I trasferimenti, i passaggi e l'ammissione a prove singole sono regolamentati dall'art. 20 del RDA.
2. La Commissione potrà, anno per anno, deliberare che in casi specifici l'accettazione di una pratica di trasferimento sia subordinata a una prova di ammissione predeterminata.

## **ARTICOLO 10**

### *Esami di profitto*

1. Le norme relative agli esami di profitto sono quelle contenute nell'art. 24 del RDA.
2. Nel caso di corsi plurimi i relativi esami vanno tenuti con le medesime modalità.
3. Nel caso di insegnamenti costituiti da più moduli didattici, l'esame finale è unico e la commissione d'esame è formata includendovi i docenti responsabili dei singoli moduli.
4. I crediti relativi alla conoscenza di una lingua dell'Unione Europea diversa dall'italiano (Inglese) sono acquisiti attraverso una prova specifica gestita dal Centro Linguistico di Ateneo ovvero attraverso certificazioni rilasciate da strutture competenti, riconosciute dall'Università.
5. I crediti relativi alle ulteriori attività, art.10 comma 5d, sono acquisiti attraverso una certificazione rilasciata dalla Giunta della Commissione sulla base di modalità indicate nel Manifesto degli Studi e relative alla tipologia delle competenze acquisite.
6. La Giunta della Commissione definisce all'inizio dell'anno accademico le date degli esami da proporre alla Scuola, curando che:
  - a) esse siano rese tempestivamente pubbliche nelle forme previste;

- b) non vi siano sovrapposizioni di esami, relativi a insegnamenti inseriti nel medesimo anno di corso;
- c) sia previsto, ove necessario, un adeguato periodo di prenotazione;
- d) eventuali modifiche del calendario siano rese pubbliche tempestivamente e, in ogni caso, non prevedano anticipazioni.

### **ARTICOLO 11**

#### *Studenti a contratto*

1. La Commissione determina, anno per anno, forme di contratto offerte agli studenti che chiedano di seguire gli studi in tempi più lunghi di quelli normali. A tali studenti si applicano le norme previste dall'art. 25 del RDA.

### **ARTICOLO 12**

#### *Doveri didattici dei Professori di ruolo e dei Ricercatori*

1. I doveri didattici dei Professori di ruolo e dei Ricercatori sono quelli previsti dall'art. 26 del RDA e dal Regolamento di Dipartimento.

### **ARTICOLO 13**

#### *Prove finali e conseguimento del titolo di studio*

1. Il titolo di studio è conferito a seguito di prova finale. L'Allegato C al presente Regolamento disciplina:
  - a) le caratteristiche e modalità della prova finale comprensiva in ogni caso di un'esposizione dinanzi a un'apposita commissione;
  - b) le modalità della valutazione conclusiva, che deve tenere conto dell'intera carriera dello studente all'interno del Corso di Laurea, dei tempi e delle modalità di acquisizione dei crediti formativi universitari, della prova finale, nonché di ogni altro elemento rilevante.
2. Per accedere alla prova finale lo studente deve avere acquisito il quantitativo di crediti universitari previsto dall'Allegato B1 al presente Regolamento, meno quelli previsti per la prova stessa.
3. Lo svolgimento delle prove finali è pubblico.

Napoli, li

**IL RETTORE**  
**Gaetano Manfredi**

## Allegato A

### **Requisiti d'ingresso**

Per iscriversi al Corso di Laurea in Fisica lo studente, oltre al possesso dei titoli di studio richiesti dall'art. 6, comma 1, del DM 270/04, deve possedere i seguenti requisiti:

Conoscenze necessarie per l'accesso al Corso di Laurea

Conoscenza degli aspetti elementari della matematica (aritmetica, algebra, trigonometria, geometria, funzioni elementari e logaritmi), e della fisica classica (meccanica, termologia, fenomeni ondulatori, elettromagnetismo e ottica).

Capacità e attitudini

*Capacità di comprensione verbale*

Si richiede che l'allievo possieda:

- la capacità di interpretare il significato di un brano testuale (o di una lezione) e di effettuare la relativa, corretta rielaborazione sintetica scritta ed orale;
- l'abilità di comprendere e rispondere a quesiti attenendosi strettamente agli elementi forniti.

*Attitudine a un approccio metodologico*

Si richiede che l'allievo possieda:

- la capacità di individuare i dati di un problema pratico e di utilizzarli per pervenire alla risoluzione nella maniera più rapida;
- la capacità di utilizzare le strutture logiche elementari (ad esempio, il significato di implicazione, equivalenza, negazione di una frase, ecc.) in un discorso scritto e orale.

### **Verifica dei requisiti di accesso**

Il possesso dei requisiti di ingresso sarà valutato con una prova di accesso predisposta dalla Scuola, eventualmente integrata con quesiti specifici del Corso di Laurea in Fisica.

**La Commissione può organizzare, nell'ambito di analoghe iniziative della Scuola, attività formative propedeutiche ed integrative volte a colmare eventuali lacune nelle conoscenze scientifiche di base che costituiscono un requisito essenziale per l'accesso al Corso di Laurea in Fisica.**

## Allegato B1

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe di laurea**

I laureati nei corsi di laurea della classe devono:

- possedere un'adeguata conoscenza di base dei diversi settori della fisica classica e moderna;
- possedere familiarità con il metodo scientifico di indagine ed essere in grado di applicarlo nella rappresentazione e nella modellizzazione della realtà fisica e della loro verifica;
- possedere competenze operative e di laboratorio;
- saper comprendere e utilizzare strumenti matematici e informatici adeguati;
- possedere capacità nell'utilizzare le più moderne tecnologie;
- possedere capacità di gestire sistemi complessi di misura e di analizzare con metodologia scientifica grandi insiemi di dati;
- essere capaci di operare professionalmente in ambiti definiti di applicazione, quali il supporto scientifico alle attività industriali, mediche, sanitarie e concernenti l'ambiente, il risparmio energetico ed i beni culturali, nonché le varie attività rivolte alla diffusione della cultura scientifica;
- essere in possesso di adeguate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione;
- possedere strumenti e flessibilità per un aggiornamento rapido e continuo al progresso della scienza e della tecnologia;
- essere capaci di lavorare in gruppo, pur operando con definiti gradi di autonomia, e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro;
- essere in grado di utilizzare efficacemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano, nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali.

I laureati della classe svolgeranno attività professionali negli ambiti delle applicazioni tecnologiche della fisica a livello industriale (per es. elettronica, ottica, informatica, meccanica, acustica, etc.), delle attività di laboratorio e dei servizi relativi, in particolare, alla radioprotezione, al controllo e alla sicurezza ambientale, allo sviluppo e caratterizzazione di materiali, alle telecomunicazioni, ai controlli remoti di sistemi satellitari, e della partecipazione alle attività di enti di ricerca pubblici e privati, e in tutti gli ambiti, anche non scientifici (per esempio dell'economia, della finanza, della sicurezza), in cui siano richieste capacità di analizzare e modellizzare fenomeni anche complessi con metodologia scientifica.

Ai fini indicati, i curricula dei corsi di laurea della classe:

- comprendono in ogni caso attività finalizzate ad acquisire: conoscenze di base dell'algebra, della geometria, del calcolo differenziale e integrale; conoscenze fondamentali della fisica classica, della fisica teorica e della fisica quantistica e delle loro basi matematiche; elementi di chimica; aspetti della fisica moderna, relativi ad esempio all'astronomia e astrofisica, alla fisica nucleare e subnucleare, e alla struttura della materia;
- devono prevedere in ogni caso, fra le attività formative nei diversi settori disciplinari, attività di laboratorio per un congruo numero di crediti, in particolare dedicate alla conoscenza di metodiche sperimentali, alla misura e all'elaborazione dei dati;

- possono prevedere, in relazione ad obiettivi specifici, attività esterne, come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre a soggiorni di studio presso altre università italiane ed estere, anche nel quadro di accordi internazionali.

Oltre a curricula con formazione di base maggiormente marcata, possono essere attivati corsi di laurea della classe con curriculum più orientato verso il rapido inserimento nel mondo del lavoro, che diano quindi competenze specifiche per uno sbocco occupazionale nell'ambito, per esempio, delle applicazioni della fisica alla sanità o alla conservazione del patrimonio culturale, nell'ambito della radioprotezione, nell'ambito dell'ottica-optometria, nell'ambito di processi industriali che utilizzano o realizzano sistemi ottici ed optoelettronici, nell'ambito dei processi industriali di produzione e analisi dei materiali, nella gestione di apparecchiature tecnologicamente avanzate, etc..

### **Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

La laurea in Fisica ha come obiettivo la formazione di laureati che possiedano una solida preparazione di base, aperta a successivi affinamenti che possono essere conseguiti nei corsi di laurea magistrale, di master e di dottorato, e nelle scuole di specializzazione.

La formazione del laureato in Fisica:

- deve consentirgli di accedere, direttamente o dopo un breve tirocinio, ad attività lavorative che richiedano familiarità con la cultura e il metodo scientifico, una mentalità aperta e flessibile, predisposta al rapido apprendimento di metodologie e tecnologie innovative, e la capacità di utilizzare attrezzature complesse.
- deve possedere: un'approfondita conoscenza dei settori di base della Fisica classica e moderna, anche nelle loro connessioni con altre scienze, con una comprensione critica delle basi teoriche e sperimentali della meccanica, dell'elettromagnetismo e della struttura della materia, e una buona conoscenza della Matematica e delle idee fondamentali della Chimica. I laureati in Fisica avranno acquisite competenze per svolgere attività professionali che richiedono una buona conoscenza delle metodologie fisiche e delle attività di modellizzazione e analisi, nonché una capacità di "problem setting and solving".

Con riferimento ai descrittori di Dublino gli obiettivi formativi specifici sono sintetizzati nella seguente tabella.

<b>Descrittore di Dublino</b>	<b>Risultati di apprendimento attesi</b>	<b>Metodi di apprendimento</b>	<b>Metodi di verifica</b>
<b>Conoscenza e capacità di comprensione</b>	Conoscenza approfondita e capacità di comprensione delle discipline matematiche (analisi matematica in una o più variabili, algebra lineare, geometria nel piano e nello spazio, metodi di risoluzione di equazioni differenziali, funzioni di variabile complessa, analisi funzionale), della chimica e dell'informatica di base nella fisica classica (meccanica, termodinamica, elettromagnetismo, ottica) e della Fisica moderna (relatività speciale, fisica statistica, meccanica	Corsi fondamentali nelle discipline matematiche, di chimica generale, di fisica generale, di fisica quantistica, fisica statistica, relatività, microfisica per circa 120 CFU complessivi.	Prove di esame individuale sia in forma scritta che orale.



	quantistica, elementi di microfisica). Capacità di utilizzare comuni attrezzature di laboratorio.		
<b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b>	Capacità di ragionamento induttivo e deduttivo. Capacità di schematizzare un fenomeno naturale in termini di grandezze fisiche scalari e vettoriali, di impostare un problema utilizzando opportune relazioni fra grandezze fisiche (di tipo algebrico, integrale o differenziale) e di risolverlo con metodi analitici o numerici. Capacità di montare e mettere a punto semplici configurazioni sperimentali, di utilizzare strumentazione scientifica per misure termomeccaniche ed elettromagnetiche capendo cosa si sta facendo ed effettuando l'analisi statistica dei dati. Capacità di formulare relazioni.	Esercitazioni numeriche nei corsi. Esercitazioni pratiche nei corsi di laboratorio di , meccanica, termodinamica, elettromagnetismo, ottica , fondamenti di elettronica e di tecniche di rivelazione. Compilazione di relazioni scritte delle esperienze di laboratorio e svolgimento di prove scritte.	La verifica sarà effettuata durante le esercitazioni di laboratorio e nel corso delle prove di esame consistenti nella risoluzione di problemi o nello svolgimento di una misura di laboratorio.
<b>Autonomia di giudizio</b>	Capacità di ragionamento critico. Capacità di individuare i metodi più appropriati per analizzare criticamente, interpretare ed elaborare i dati sperimentali, le previsioni di una teoria o di un modello. Capacità di valutare l'accuratezza delle misure, la linearità delle risposte strumentali, la sensibilità e selettività delle tecniche utilizzate.	Insegnamenti teorici e di laboratorio, con esercitazioni pratiche dove verrà valutata l'effettiva capacità dello studente di pervenire alla soluzione di un problema in maniera autonoma, giustificando le scelte operative e valutando i risultati.	Prove di esame dove verrà valutata l'effettiva consapevolezza da parte dello studente dei criteri operativi e della congruenza dei risultati sperimentali
<b>Abilità comunicative</b>	Competenze informatiche e degli strumenti per la gestione dell'informazione scientifica e per l'elaborazione dei dati, per ricerche bibliografiche. Conoscenza in forma scritta e orale della lingua inglese nell'ambito scientifico. Capacità di esporre con proprietà di linguaggio e rigore terminologico una relazione scientifica, sia oralmente che in forma scritta., illustrando motivazioni e risultati	Elaborazione e presentazione delle relazioni di laboratorio, di conoscenze di ulteriori abilità informatiche. Elaborazione di una relazione scritta della prova finale e sua discussione con l'ausilio di programmi opportuni per la trasmissione di informazione.	Esami, presentazione della tesi.
<b>Capacità di apprendimento</b>	Aggiornare costantemente le proprie conoscenze. Leggere e comprendere articoli scientifici in vari campi delle discipline fisiche, anche non approfonditi durante il percorso formativo. Capacità di apprendere attraverso testi e articoli scientifici in lingua inglese	L'acquisizione di tali capacità sarà possibile durante l'intero percorso formativo, sotto la guida dei docenti e dei tutor, in particolare con l'uso nei corsi di testi in inglese, e durante la preparazione dell'elaborato finale.	Singole prove di esame soprattutto nel III anno e nella prova finale.

<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN FISICA (ALLEGATO B1)</b>							
<b>I ANNO</b>							
	<b>Insegnamento</b>	<b>CFU</b>	<b>Moduli</b>	<b>S.S.D.</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ambito</b>	<b>Modalità di svolgimento</b>
1	Analisi Matematica 1	12	1	MAT/05	Base	Discipline matematiche e informatiche	LF
2	Geometria	9	1	MAT/03	Affine	Discipline matematiche e informatiche	LF
3a	Meccanica e Termodinamica	7	Modulo A	FIS/01	Base	Discipline fisiche	LF
3b	Meccanica e Termodinamica	7	Modulo B	FIS/01	Base	Discipline fisiche	LF
4	Chimica	8	1	CHIM/03	Base	Discipline chimiche	LF
5a	Laboratorio di Fisica 1	5	Modulo A	FIS/01	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	LF + LAB
5b	Laboratorio di Fisica 1	5	Modulo B	FIS/01	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	LF + LAB
6	Laboratorio di Lingua Straniera e/o Esercitazioni	4	1				
<b>TOTALE CFU I ANNO</b>		<b>57</b>					
<b>Totale esami I anno</b>		<b>6</b>	<b>Legenda: LF – Lezione Frontale; LAB – Laboratorio</b>				

**Nota:** *Meccanica e Termodinamica modulo A e Meccanica e Termodinamica modulo B* sono moduli di un singolo corso integrato per il quale è previsto un esame unico.

**Nota:** *Laboratorio di Fisica 1 modulo A e Laboratorio di Fisica 1 modulo B* sono moduli di un singolo corso integrato per il quale è previsto un esame unico.

<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN FISICA (ALLEGATO B1)</b>							
<b>II ANNO</b>							
	<b>Insegnamento</b>	<b>CFU</b>	<b>Moduli</b>	<b>S.S.D.</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ambito</b>	<b>Modalità di svolgimento</b>
1	Analisi Matematica 2	10	1	MAT/05	Base	Discipline matematiche e informatiche	LF
2	Meccanica Analitica	8	1	MAT/07	Affine	Discipline matematiche e informatiche	LF
3	Elettromagnetismo ed Ottica	12	1	FIS/01	Base	Discipline fisiche	LF
4	Informatica	6	1	INF/01	Affine	Discipline matematiche e informatiche	LF + LAB
5a	Laboratorio di Fisica 2	5	Modulo A	FIS/01	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	LF + LAB
5b	Laboratorio di Fisica 2	5	Modulo B	FIS/01	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	LF + LAB
6	Metodi Matematici della Fisica	10	1	FIS/02	Caratterizzante	Teorico e dei fondamentali della fisica	LF
7	Corso a scelta dello studente	6	1		A scelta	A scelta	
<b>TOTALE CFU II ANNO</b>		<b>62</b>					

<b>Totale esami II anno</b>	<b>7</b>	<b>Legenda: LF – Lezione Frontale; LAB – Laboratorio</b>
-----------------------------	----------	--

**Nota:** *Laboratorio di Fisica 2 modulo A e Laboratorio di Fisica 2 modulo B* sono moduli di un singolo corso integrato per il quale è previsto un esame unico.

<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN FISICA (ALLEGATO B1)</b>							
<b>III ANNO</b>							
	<b>Insegnamento</b>	<b>CFU</b>	<b>Moduli</b>	<b>S.S.D.</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ambito</b>	<b>Modalità di svolgimento</b>
1a	Istituzioni di Meccanica Quantistica	7	Modulo A	FIS/02	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	LF
1b	Istituzioni di Meccanica Quantistica	5	Modulo B	FIS/02	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	LF
2	Fisica Moderna	8	1	FIS/02	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	LF
3	Elementi di Fisica della Materia	8	1	FIS/03	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	LF
4	Elementi di Fisica Nucleare e Subnucleare	8	1	FIS/04	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	LF
5a	Laboratorio di Fisica 3	5	Modulo A	FIS/01	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	LF + LAB
5b	Laboratorio di Fisica 3	5	Modulo B	FIS/01	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	LF + LAB
6	Corso a scelta dello studente	6	1		A scelta	A scelta	
7	Altre attività (art. 10, 5d)	3					
8	Prova Finale	6					
<b>TOTALE CFU III ANNO</b>		<b>61</b>					
<b>Totale esami III anno</b>		<b>6</b>	<b>Legenda: LF – Lezione Frontale; LAB – Laboratorio</b>				

**Nota:** *Istituzioni di Meccanica Quantistica modulo A e Istituzioni di Meccanica Quantistica modulo B* sono moduli di un singolo corso integrato per il quale è previsto un esame unico.

**Nota:** *Laboratorio di Fisica 3 modulo A e Laboratorio di Fisica 3 modulo B* sono moduli di un singolo corso integrato per il quale è previsto un esame unico.

<b>CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN FISICA (ALLEGATO B1)</b>							
<b>Corsi a scelta nei S.S.D. di Fisica</b>							
	<b>Insegnamento</b>	<b>CFU</b>	<b>Moduli</b>	<b>S.S.D.</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ambito</b>	<b>Modalità di svolgimento</b>
1	Elementi di Astrofisica	6	1	FIS/05	A scelta	A scelta	LF
2	Elementi di Geofisica	6	1	FIS/06	A scelta	A scelta	LF
3	<b>Elementi di Biofisica</b>	6	1	FIS/07	A scelta	A scelta	LF
4	Complementi di Fisica	6	1	FIS/01	A scelta	A scelta	LF
5	Fisica Applicata	6	1	FIS/07	A scelta	A scelta	LF
6	Storia della Fisica	6	1	FIS/08	A scelta	A scelta	LF
7	Ottica	6	1	FIS/01	A scelta	A scelta	LF
8	Preparazioni di Esperienze	6	1	FIS/08	A scelta	A scelta	LF + LAB

Didattiche						
------------	--	--	--	--	--	--

**Nel Manifesto degli Studi saranno indicati ogni anno i corsi attivati.**

## Allegato B2

Schede degli insegnamenti

<b>Insegnamento: ANALISI MATEMATICA I</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> MAT/05	<b>CFU:</b> 12
<b>Tipologia attività formativa:</b> Base	<b>Altro (specificare):</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso intende fornire allo studente gli strumenti essenziali del calcolo differenziale ed integrale con particolare riferimento al caso delle funzioni di una sola variabile reale. Il corso prevede un congruo numero di ore di esercitazioni; esse hanno anche il compito di stimolare un'autonoma capacità di giudizio. Gli studenti, alla fine del corso, dovranno essere in grado di tradurre in termini analitici semplici problemi concreti.	
<b>Programma sintetico:</b> Numeri reali e complessi. Funzioni di una variabile reale: limiti e continuità. Calcolo differenziale: estremi relativi e problemi di ottimizzazione; proprietà di monotonia e grafici di funzioni. Le regole di de l'Hospital per il calcolo di limiti. Metodi di approssimazione mediante formule di Taylor. Integrazione definita e indefinita con applicazioni al calcolo di aree. Serie numeriche.	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<b>Prerequisiti:</b>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e orale.	

<b>Insegnamento: ANALISI MATEMATICA 2</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> MAT/05	<b>CFU:</b> 10
<b>Tipologia attività formativa:</b> Base	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi :</b></p> <p>1) Il corso intende fornire allo studente gli strumenti atti a sviluppare la capacità di comprensione della struttura matematica dei problemi legati alla fisica e la capacità di analisi degli stessi attraverso un rigoroso apprendimento dei metodi matematici, indirizzato a far acquisire allo studente conoscenze e competenze matematiche ed a far sviluppare capacità applicative.</p> <p>2) Il corso affronta problemi di ottimizzazione mediante l'uso del calcolo differenziale in più variabili, modellizzazioni mediante l'uso della teoria delle equazioni differenziali ordinarie, approssimazione di funzioni mediante serie di potenze ed infine affronta vari problemi di tipo geometrico e meccanico legati al calcolo integrale di più variabili. Al termine del corso lo studente dovrà dimostrare di aver fatte proprie le tematiche affrontate, mediante un uso corretto del metodo logico deduttivo, e di avere sviluppato capacità applicative risolvendo problemi legati agli argomenti trattati.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b></p> <p>Calcolo differenziale per funzioni di più variabili Elementi di topologia nello spazio vettoriale <math>\mathbf{R}^n</math>, limiti e continuità. Derivate parziali, gradiente, differenziabilità, derivabilità di funzioni composte, derivate direzionali, massimi e minimi per funzioni di due variabili.</p> <p>Integrazione secondo Riemann in <math>\mathbf{R}^n</math>. Insiemi di <math>\mathbf{R}^n</math> misurabili secondo Peano-Jordan, integrale secondo Riemann di una funzione reale limitata, formule di riduzione, cambiamento di variabili, sommabilità.</p> <p>Successioni e serie di funzioni. Convergenza puntuale e uniforme, passaggio al limite sotto il segno di integrale e di derivata, serie di funzioni, serie di potenze, raggio di convergenza, sviluppabilità in serie di Taylor di una funzione, serie di Taylor notevoli.</p> <p>Equazioni differenziali Equazioni differenziali in forma normale e problema di Cauchy, teoremi di esistenza e unicità locale e globale, equazioni differenziali lineari e integrale generale, metodo della variazione delle costanti.</p> <p>Integrali curvilinei e forme differenziali lineari Curve regolari e regolari a tratti, lunghezza di una curva, ascissa curvilinea, integrale curvilineo di una funzione continua, integrale curvilineo di una forma differenziale, forme differenziali esatte, formule di Gauss-Green.</p> <p>Superfici e integrali di superficie. Superfici regolari, area di una superficie regolare e integrale di superficie, teorema della divergenza e formula di Stokes.</p> <p>Funzioni implicite Funzioni implicite reali e teorema del Dini, massimi e minimi vincolati.</p>	
<b>Esami propedeutici:</b> Analisi Matematica 1	
<b>Prerequisiti:</b>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e orale.	

<b>Insegnamento: CHIMICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> CHIM/03	<b>CFU:</b> 8
<b>Tipologia attività formativa:</b> Base	<b>Altro (specificare):</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso fornirà gli elementi per la conoscenza e capacità di comprensione dei fenomeni chimici di base sviluppando le capacità applicative dello studente.	
<b>Programma sintetico:</b> Cenni sulla costituzione della materia. Il Legame Chimico. La Natura del Legame Ionico. I Metalli. Le Strutture dei Composti Ionici. Il Modello Strutturale dello Stato Gassoso. Termodinamica chimico-fisica. Reazioni Elettrochimica. Gli Aspetti Termodinamici delle Transizioni di Stato e la Trasformazione Liquido-Gas – La Transizione Solido-Gas – La Transizione Solido-Liquido – Entalpie di Vaporizzazione, Sublimazione e Fusione e Proprietà Strutturali – Diagrammi di Stato a un Componente.-Le Soluzioni – La Dissoluzione di un Soluti in un Solvente – La Solubilità – Le Soluzioni Ideali e le Proprietà Colligative.- Significato Quantitativo delle Formule – Il Numero di Ossidazione – Reazioni Chimiche.- I Principali Composti Organici. L'Aspetto Fenomenologico dell'Equilibrio – Gli Effetti di Perturbazioni Esterne sullo Stato di Equilibrio di una Reazione. Il Principio di Le Chatelier-Braun. Gli Equilibri Acido-Base in Soluzione Acquosa – Applicazioni degli Equilibri Acido-Base – La Soluzione Tampone. Il Prodotto di Solubilità – Effetto dello Ione a Comune. Le Pile – I Potenziali di Elettrodo – La Pila e L'equilibrio Chimico.	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<b>Prerequisiti:</b>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e orale.	

<b>Insegnamento: COMPLEMENTI DI FISICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/01	<b>CFU:</b> 6
<b>Tipologia attività formativa:</b>	<b>Altro (specificare):</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire ulteriori conoscenze e competenze nell'ambito della fisica classica e/o moderna.	
<b>Programma sintetico:</b> Onde nei mezzi materiali. Elementi di fisica dei fluidi. Elementi di fisica del continuo.	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<b>Prerequisiti:</b> - padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica e Termodinamica; - padroneggiare i contenuti del corso di Elettromagnetismo e Ottica	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame orale e/o scritto.	



<b>Insegnamento: ELEMENTI DI ASTROFISICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/05	<b>CFU:</b> 6
<b>Tipologia attività formativa:</b>	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b>            Il corso intende, principalmente, fornire la capacità di applicare concetti e competenze, in parte già acquisiti dallo studente nel corso di studi, in un contesto completamente nuovo e caratterizzato da linguaggi e metodologie che risentono della stratificazione di circa 5000 anni di osservazioni ed elaborazioni. Al termine del corso lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito le conoscenze di base sulle grandezze fisiche principali relative ai fenomeni astronomici ed ai metodi che portano alla loro determinazione.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b>            Il corso prevede l'alternanza di lezioni frontali ed esercitazioni pratiche in aula utilizzando immagini originali e spettri di oggetti celesti.            Sistemi di coordinate celesti, la misura del tempo. Moti apparenti degli astri.            Misura delle distanze all'interno del sistema solare; parallassi diurne.            La legge di gravitazione universale, il problema dei due corpi e leggi di Keplero. Moti e masse nel sistema solare. Pianeti e corpi minori del sistema solare.            Parallassi annue. Distanza delle stelle.            Emissione di Corpo Nero e sue leggi. Emissione di oggetti celesti nei differenti domini spettrali. La temperatura dei pianeti; albedo ed effetto serra. Sistemi fotometrici fondamentali. Magnitudini fotometriche, magnitudini bolometriche, indici di colore. Gli spettri stellari. Effetto Doppler, misure di velocità radiale. Moti propri.            La formazione delle righe spettrali, classificazione spettrale delle stelle. Il diagramma di Hertzsprung-Russell; la relazione massa luminosità.            Elementi di evoluzione stellare, diagrammi temperatura-luminosità degli ammassi di stelle e loro età. Elementi di cosmologia.</p>	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<p><b>Prerequisiti:</b>            - padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica e Termodinamica;            - padroneggiare i contenuti del corso di Elettromagnetismo e Ottica</p>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame orale e/o esame scritto.	

<b>Insegnamento: ELEMENTI DI BIOFISICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare: FIS/07</b>	
<b>CFU: 6</b>	
<b>Tipologia attività formativa:</b>	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b>            Il corso intende fornire allo studente capacità di comprensione e conoscenze di base concernenti la biofisica molecolare e cellulare, le tecniche fisiche di imaging medico e quelle per la radioterapia dei tumori con fasci esterni, allo scopo di fargli acquisire competenze teoriche e operative nell'ambito delle applicazioni relative a queste discipline.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b>            Composizione elementare e molecolare delle cellule. Macromolecole: struttura, forma e informazione. Struttura e proprietà chimico-fisiche degli acidi nucleici, dei polipeptidi e delle membrane biologiche. Meccanismi genetici di base. Organizzazione e tessuto-specificità di procarioti ed eucarioti. Metodologie per la preparazione e la caratterizzazione biofisica di virus e singole cellule, il loro frazionamento e l'analisi delle loro molecole e strutture. Cenni sui parametri biofisici caratterizzanti gli effetti biologici delle radiazioni e sui relativi modelli biofisici.            Basi fisiche dell'imaging radiografico analogico e digitale. Introduzione alla tecnica di tomografia assiale computerizzata a raggi X (TAC). Introduzione all'imaging medico nucleare con traccianti radioattivi: scintigrafia e tomografia ad emissione di tipo SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) e PET (Positron Emission Tomography). Basi fisiche della radioterapia dei tumori mediante fasci esterni prodotti da acceleratori medicali.</p>	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<p><b>Prerequisiti:</b>            - padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica e Termodinamica;            - padroneggiare i contenuti del corso di Elettromagnetismo e Ottica;            - padroneggiare i contenuti del corso di Chimica;</p>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame orale.	

<b>Insegnamento: ELEMENTI DI FISICA DELLA MATERIA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/03	<b>CFU:</b> 8
<b>Tipologia attività formativa:</b> Caratterizzante	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Acquisire informazioni sulla struttura della materia a partire dalla fisica atomica fino alla materia condensata. Al termine del corso lo studente dovrà dimostrare di conoscere le proprietà fisiche dell'atomo e della materia, di essere in grado di applicare il formalismo ed i concetti della meccanica quantistica alla risoluzione di semplici problemi di Fisica della Materia, di sapere affrontare il calcolo numerico di grandezze fisiche misurabili formulando ipotesi e approssimazioni e verificando che le approssimazioni fatte siano coerenti ed appropriate al fenomeno ed alle proprietà che si volevano studiare..</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b>  <b>Atomi a molti elettroni:</b> Particelle identiche in meccanica quantistica: simmetrie di scambio. Atomo di Elio: stato fondamentale e stati eccitati. Stato fondamentale di un atomo a più elettroni: strategie di calcolo e proprietà. Metodo autoconsistente di Hartree-Fock. Tavola periodica degli atomi rivisitata. Oltre il campo autoconsistente: teoria dei multipletti. Effetti relativistici e magnetici di atomi idrogenoidi ed a molti elettroni  <b>Interazione di un atomo con la radiazione elettromagnetica:</b> Approccio semiclassico e teoria delle perturbazioni. Approssimazione di dipolo elettrico, magnetico e quadrupolo elettrico per un atomo idrogenoide: regole di selezione. Emissione spontanea: approccio statistico di Einstein. Interazione radiazione materia non risonante. Effetto fotoelettrico. Assorbimento ed emissione di raggi X: fluorescenza. Principi di funzionamento del LASER  <b>Molecole:</b> Proprietà delle molecole: Approssimazione di Born-Hoppenheimer. Calcolo degli stati elettronici della molecola di idrogeno in approssimazione di Born-Hoppenheimer. Orbitali molecolari ed approssimazione di Heitler-London. Legame ionico e covalente. Molecole biatomiche: simmetrie e proprietà. Spettri elettronici, vibrazionali e rotazionali di molecole biatomiche. Cenni sulle proprietà elettroniche e vibrazionali di semplici molecole a molti atomi.  <b>Cenni su alcune proprietà dei solidi:</b> Elettroni in un potenziale periodico unidimensionale: stati di Bloch. Metalli ed isolanti di banda. Cenni di trasporto nei metalli (tempo di rilassamento). Modi di deformazione collettivi (fononi) in una catena lineare di atomi e proprietà statistiche: contributo fononico al calore specifico</p>	
<b>Esami propedeutici:</b> Elettromagnetismo e Ottica -	
<p><b>Prerequisiti:</b>  - padroneggiare i contenuti del corso di Istituzioni di Meccanica quantistica, in particolare: i) spettro ed autofunzioni del rotatore rigido; ii) spettro ed autofunzioni dell' atomo di Idrogeno; iii) teoria delle perturbazioni per stati degeneri e non; iv) teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo (primo ordine); v) somma di momenti angolari.  - padroneggiare i contenuti del corso di Fisica Moderna, in particolare la sezione di meccanica statistica: distribuzione classica e distribuzioni quantistiche.</p>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e/o orale.	

<b>Insegnamento: ELEMENTI DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/04	<b>CFU:</b> 8
<b>Tipologia attività formativa:</b> Caratterizzante	<b>Altro (specificare):</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso intende fornire allo studente adeguata conoscenza e capacità di comprensione delle basi della fisica del nucleo e delle particelle elementari.	
<b>Programma sintetico:</b> Ordini di grandezza ed unità di misura. La sezione d'urto. Potenziale di Yukawa. Invarianti relativistici. Equazione di Klein Gordon. Particelle reali e virtuali. Simmetrie e leggi di conservazione; parità, coniugazione di carica, inversione temporale. Acceleratori di particelle. Rivelatori. Il nucleo atomico; dimensioni nucleari; massa ed energia di legame; parità; momenti nucleari: a goccia liquida, a gas di Fermi, a shell a particella singola. Stati eccitati del nucleo; emissione di gamma; livelli rotazionali e vibrazionali. Teoria mesonica delle forze nucleari; il deutone. Leggi del decadimento radioattivo; decadimento alfa; fissione spontanea. Reazioni nucleari, dirette e di nucleo composto; risonanze. Fissione indotta da neutroni; reattori a fissione; scorie radioattive. Fusione termonucleare. Nucleosintesi ed evoluzione stellare. Interazione forte: conservazione di barioni; isospin, risonanze barioniche e risonanze mesoniche, stranezza ed ipercarica, cenni al modello standard. Interazione debole: conservazione di leptoni; decadimento beta; violazione della parità; decadimento debole di particelle strane.	
<b>Esami propedeutici:</b> Elettromagnetismo e Ottica	
<b>Prerequisiti:</b> - padroneggiare i contenuti del corso di Fisica Moderna, in particolare la sezione di relatività ristretta (trasformazioni di Lorentz e relazioni energia-impulso-massa); - concetti generali di struttura atomica e chimica generale; - padroneggiare i contenuti del corso di Istituzioni di Meccanica quantistica, in particolare: 1) equazione di Schrodinger e sue applicazioni (buca di potenziale, effetto tunnel, oscillatore armonico, potenziale centrale); 2) momento angolare (armoniche sferiche, atomi idrogenoidi); 3) diffusione da potenziale (sviluppo in onde parziali, diffusione risonante, regola di Fermi)	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e/o orale.	

<b>Insegnamento: ELEMENTI DI GEOFISICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/06	<b>CFU:</b> 6
<b>Tipologia attività formativa:</b>	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b>            Il corso ha lo scopo di far acquisire conoscenze su quali metodi permettono di determinare quale sia la struttura interna e i principali processi fisici che avvengono sul e all'interno del pianeta terra. Lo studente dovrà dimostrare di conoscere gli argomenti con familiarità con la fenomenologia ed i processi, di sapere affrontare gli argomenti proposti durante la prova di esame fornendo approssimazioni, discutendo le soluzioni e verificandola la coerenza delle approssimazioni con i dati fenomenologici/sperimentali.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b>            Lo studio della Terra: metodi geologici, petrologici, geochimici, geofisici. Il Sistema Solare e la distribuzione degli elementi tra Sole e pianeti; La costituzione della parte superficiale della Terra La cronologia radiometrica, la scala delle ere geologiche, l'età della Terra; Modelli preliminari della composizione della Terra. Bilancio termico della Terra e l'attività vulcanica I terremoti: origine e propagazione delle onde sismiche Modelli fisici della struttura terrestre La teoria della tettonica delle zolle La dinamica terrestre e le catastrofi naturali: metodi probabilistici applicati alla riduzione dei loro effetti.</p>	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<p><b>Prerequisiti:</b>            - padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica e Termodinamica;            - padroneggiare i contenuti del corso di Elettromagnetismo e Ottica;</p>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame orale e/o scritto.	

<b>Insegnamento: ELETTROMAGNETISMO E OTTICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/01	<b>CFU:</b> 12
<b>Tipologia attività formativa:</b> Base	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>1) Il corso fornirà allo studente competenze su osservazioni sperimentali e descrizione teorica dei fenomeni elettromagnetici, necessarie al loro uso in Fisica.</p> <p>2) Il corso affronta i fenomeni elettromagnetici statici e dinamici e le loro applicazioni nel vuoto e nella materia. Al termine lo studente dovrà conoscere approfonditamente proprietà e formalismo dei campi elettromagnetici, e aver sviluppato le capacità necessarie per l'applicazione di tali concetti alla risoluzione di problemi.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b></p> <p>Cariche. Legge di Coulomb. Campo elettrico. Conservatività. Potenziale, flusso, teorema di Gauss. Gradiente, rotore, divergenza. Dipoli. Conduttori. Induzione elettrostatica. Capacità. Condensatori. Energia. Equazione di Poisson. Problema generale dell'elettrostatica. Dielettrici. Polarizzazione, suscettività, vettore induzione.</p> <p>Conduzione. Generatori. Correnti. Resistenza. Energia. Potenza. Circuiti. Leggi di Kirchhoff. Carica e scarica di un condensatore. Magnetismo. Leggi di Laplace. Campo di induzione magnetica: flusso, circuitazione, divergenza e rotore. Legge di Ampère. Dipoli magnetici. Principio di equivalenza di Ampère. Potenziale vettore. Campo magnetico. Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo. Forza di Lorentz. Forze tra circuiti. Induzione elettromagnetica. Campo elettromotore. Generatori di tensione alternata. Autoinduzione. Energia magnetica. Correnti alternate e leggi di Kirchhoff. Mutua induzione.</p> <p>Corrente di spostamento. Equazioni di Maxwell.</p> <p>Onde meccaniche. Onde elettromagnetiche. Ottica fisica. Interferenza e diffrazione.</p>	
<p><b>Esami propedeutici:</b> Meccanica e Termodinamica.</p>	
<p><b>Prerequisiti:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conoscenze operative di calcolo differenziale e integrale, quali tipicamente apprese nel corso di Analisi I;</li> <li>- conoscenze operative di geometria e algebra lineare, quali tipicamente apprese nel corso di Geometria;</li> <li>- conoscenze delle equazioni differenziali e del calcolo integrale su domini multidimensionali (tale conoscenza viene fornita dal corso di Analisi II, svolto in parallelo).</li> </ul>	
<p><b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e/o orale.</p>	

<b>Insegnamento: FISICA APPLICATA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/07	<b>CFU:</b> 6
<b>Tipologia attività formativa:</b>	<b>Altro (specificare):</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire adeguate competenze nell'applicazione di metodologie fisiche. Alla fine del corso lo studente avrà acquisito conoscenze e competenze almeno in uno ambito delle applicazioni tecnologiche della fisica.	
<b>Programma sintetico:</b> Rivelatori ed elettronica. Cenni di interazione radiazione materia. Rivelatori. Circuiti per segnali da rivelatori. Dosimetria. Micro- e Opto-elettronica.	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<b>Prerequisiti:</b> - padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica e Termodinamica; - padroneggiare i contenuti del corso di Elettromagnetismo e Ottica;	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame orale e/o scritto.	

<b>Insegnamento: FISICA MODERNA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/02	<b>CFU:</b> 8
<b>Tipologia attività formativa:</b> Caratterizzante	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>1) Il corso fornirà allo studente competenze sulla fenomenologia che ha stimolato l'introduzione della fisica moderna.  2) Il corso affronta fenomeni relativistici, teoria statistica, e spiegazioni semiclassiche di fenomeni quantistici. Al termine lo studente dovrà conoscere proprietà e formalismo elementari di cinematica relativistica, fisica statistica, e fisica quantistica semiclassica, e aver sviluppato le capacità necessarie per applicare tali concetti alla risoluzione di problemi.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b></p> <p><b>Introduzione fenomenologica alla meccanica quantistica:</b> Il problema del corpo nero. L'effetto fotoelettrico. Il calore specifico dei solidi. L'atomo di Rutherford e Bohr. Esperimento di Davisson e Germer.</p> <p><b>Elementi di relatività ristretta:</b>  Esperimento di Michaelson e Morley. Postulati di Einstein. Trasformazioni di Lorentz e delle velocità. Invarianti relativistici e quadri-vettori. Quadri-vettore posizione spazio-temporale. Conservazione della causalità. Momento lineare. Forze, lavoro, energia. Urti relativistici. Effetto Compton. Densità di corrente e potenziale. Formulazione relativistica dell'elettrodinamica. Massa inerziale e massa gravitazionale. Principio di equivalenza.</p> <p><b>Fisica statistica e introduzione alla meccanica statistica:</b>  Teoria cinetica dei gas. Metodo combinatorio per l'enumerazione degli stati. Statistiche di Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein, Fermi-Dirac. Gas perfetti. Equipartizione dell'energia. Teoria di Drude. Teoria della polarizzazione per orientamento. Paramagneti. Principi della meccanica statistica. Insieme micro canonico. Insieme canonico e funzione di partizione</p>	
<b>Esami propedeutici:</b> Elettromagnetismo e Ottica	
<b>Prerequisiti:</b>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e/o orale.	



<b>Insegnamento: GEOMETRIA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> MAT/03	<b>CFU:</b> 9
<b>Tipologia attività formativa:</b> Affine	<b>Altro (specificare):</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso intende introdurre e formalizzare i concetti fondamentali dell'algebra lineare e della geometria euclidea : spazi vettoriali, sistemi lineari, matrici, diagonalizzazione, geometria analitica. Al termine del corso lo studente sarà in grado di applicare i concetti e i metodi acquisiti per lo studio delle successive discipline.	
<b>Programma sintetico:</b> Matrici su di un campo. Operazioni elementari sulle righe di una matrice. Matrici equivalenti. Generalità sui sistemi lineari. Operazioni con le matrici. Definizione e proprietà di spazi vettoriali su di un campo $\mathbf{K}$ . Definizione di trasformazione (o applicazione) lineare, esempi e proprietà fondamentali. Trasformazione lineare definita da una matrice. Nucleo e immagine di una trasformazione lineare e relazione tra le relative dimensioni (s.d.). Isomorfismi. Algebra delle matrici quadrate su $\mathbf{K}$ e suo isomorfismo con l'algebra degli endomorfismi di $V_n(\mathbf{K})$ . Gruppo lineare generale $GL(n, \mathbf{K})$ e suo isomorfismo con $Aut(V_n)$ . Il gruppo ortogonale $O(n, \mathbf{R})$ . Autovettori, autovalori, autospazi e polinomio caratteristico di un endomorfismo e di una matrice quadrata e loro proprietà. molteplicità algebrica e geometrica di un autovalore e loro relazione (s.d.). Matrici simili e loro proprietà. Endomorfismi e matrici diagonalizzabili e loro caratterizzazione. Spazi vettoriali euclidei reali. Prodotto scalare standard tra vettori geometrici. Prodotto scalare standard in $\mathbf{R}^n$ . Cenno al prodotto hermitiano standard in $\mathbf{C}^n$ . Diagonalizzazione ortogonale di endomorfismi e matrici. Endomorfismi simmetrici; proprietà delle matrici simmetriche reali. Il teorema spettrale. Geometria analitica nel piano e nello spazio. Riferimenti cartesiani ortogonali monometrici. Rappresentazione analitica di rette e piani. Numeri direttori di una retta. Fasci di piani. Condizioni analitiche di parallelismo e di ortogonalità (nel piano e nello spazio) tra rette, piani e rette e piani. Distanza tra insiemi nel piano e nello spazio. Circonferenza, ellisse, iperbole e parabola come luoghi geometrici. Coniche reali. Riduzione a forma canonica dell'equazione di una conica reale non degenera. Classificazione affine delle coniche reali non degeneri. Sfera e circonferenza nello spazio. Coni e cilindri. Superfici di rotazione.	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<b>Prerequisiti:</b>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e orale.	

<b>Insegnamento: INFORMATICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> INF/01	<b>CFU:</b> 6
<b>Tipologia attività formativa:</b> <b>Affine</b>	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b>            Il corso propone un percorso formativo incentrato sul concetto di algoritmo come strumento di approccio alla risoluzione di problemi. Al termine del corso lo studente acquisirà conoscenze:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- sulle proprietà fondamentali degli algoritmi;</li> <li>2- sul funzionamento dei calcolatori digitali;</li> <li>3- sulle funzionalità basilari dei sistemi operativi;</li> <li>4- sul linguaggio di programmazione C come mezzo di implementazione di algoritmi;</li> <li>5- su metodi elementari del calcolo numerico.</li> </ol> <p>Al termine del corso lo studente dovrà dimostrare di</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- essere in grado di utilizzare un calcolatore in ambiente Unix/Linux;</li> <li>2- poter progettare un algoritmo per risolvere un semplice problema e di implementarlo nel linguaggio di programmazione C.</li> </ol> <p>Il corso non presuppone conoscenze informatiche e dà molto risalto agli aspetti applicativi.            È indispensabile seguire il laboratorio.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b>            Il concetto di algoritmo; proprietà formali degli algoritmi; formalismi per la codifica degli algoritmi: pseudo-codice e diagrammi di flusso; misure di complessità degli algoritmi; astrazione e linguaggi di programmazione. Architettura di un calcolatore: metodologie e tecnologie per il trattamento automatico dell'informazione: il calcolatore come strumento di elaborazione ed immagazzinamento dell'informazione; macchina di von Neumann; codifica delle informazioni; sistema di numerazione binario ed esadecimale; rappresentazione dei numeri interi e reali; codifica dei caratteri; la logica booleana e gli operatori logici; cenni ai processori ed alla logica di esecuzione delle istruzioni. Interfaccia utente-calcolatore: macchine virtuali e sistemi operativi; funzioni del sistema operativo; gestione dei processi; gestione dell'input/output; il sistema operativo Linux; ambienti grafici; introduzione alle reti di calcolatori. Programmazione: astrazione e linguaggi di programmazione; progettazione dei programmi; programmazione modulare; cenni ai diversi paradigmi di programmazione; traduzione dei linguaggi: interpretazione, compilazione e linking. Il linguaggio C: struttura di un programma in C; tipi di dati semplici e strutturati; operatori ed espressioni; le istruzioni del linguaggio; strutture di controllo; funzioni e procedure; programmazione ricorsiva; gestione di file; strutture dati dinamiche; introduzione al calcolo numerico.</p>	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<b>Prerequisiti:</b>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e orale.	

**Insegnamento: ISTITUZIONI DI MECCANICA QUANTISTICA**

<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/02		<b>CFU:</b> 12
<b>Tipologia attività formativa:</b> Caratterizzante	<b>Altro (specificare):</b>	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione di adeguate competenze sulle basi della meccanica quantistica e sulla sua formalizzazione. Alla fine del corso lo studente sarà capace di applicare le conoscenze e le competenze acquisite risolvendo semplici problemi legati agli argomenti trattati.		
<b>Programma sintetico:</b> <b>Richiami concernenti la crisi della fisica classica e l'introduzione della meccanica quantistica:</b> Effetto fotoelettrico ed effetto Compton. Spettro del corpo nero ed ipotesi di Planck. Il modello atomico di Thomson, l'atomo di Rutherford e sue difficoltà? Le ipotesi di Bohr. Condizioni di Sommerfeld (Ca). L'esperienza di Frank e Hertz. L'ipotesi di de Broglie. Gli esperimenti di Davisson-Germer e di Thomson (Ca, Me); <b>L'equazione di Schroedinger:</b> Proprietà dell'equazione di Sch., Metodo di separazione delle variabili per Hamiltoniane indipendenti dal tempo, il problema di Sturm-Liouville. Interpretazione probabilistica della eq. di Schroedinger, L' esperimento della doppia fenditura con particelle materiali (elettroni), Valori medi delle grandezze misurabili, Teorema di Eherenfest, La non commutatività degli operatori p e q. Il principio di indeterminazione di Heisenberg. Buche di potenziale; La barriera di potenziale; L'effetto tunnel; Soluzione dell' oscillatore armonico unidimensionale col metodo algebrico di Dirac. Introduzione agli stati coerenti dell' oscillatore armonico <b>Formulazione generale della meccanica quantistica:</b> I postulati. Spazio di Hilbert astratto e formalismo dei Bra e ket; Rappresentazione degli stati e degli operatori nella base delle x e delle p. Autovalori e autovettori di un operatore. Autofunzioni improprie dell'eq. di Sch.: la particella libera. Il Kernel dell'eq. Di Sch. Operatore di evoluzione temporale; Il postulato di Von Neumann. Descrizione di Schroedinger, di Heisenberg e di interazione. <b>Problemi in piu' dimensioni:</b> Separazione delle variabili, degenerazione dello spettro e sistema CSCO. Equazione di Schroedinger nello spazio tridimensionale. Potenziale centrale. Proprietà generali dello spettro di una particella in un campo di forze centrale. Oscillatori armonici in due e tre dimensioni; il caso isotropo. Teoria algebrica del momento angolare e composizione di momenti angolari. Armoniche sferiche. Oscillatore armonico 3-d isotropo (base cartesiana e sferica). Atomo di idrogeno; Lo spin dell' elettrone, esperimento di Stern-Gerlach. <b>Teoria delle perturbazioni:</b> Perturbazioni stazionarie per stati non degeneri; Perturbazioni stazionarie per stati degeneri. Perturbazioni dipendenti dal tempo; Effetto Zeeman, effetto Stark; Perturbazioni dello spettro continuo: serie di Born.		
<b>Esami propedeutici:</b> Elettromagnetismo e Ottica		
<b>Prerequisiti:</b> - padroneggiare i contenuti del corso di Geometria in particolare l'algebra delle matrici; - padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica Analitica; - padroneggiare alcuni contenuti del corso di Metodi Matematici della Fisica, in particolare: elementi di equazioni differenziali alle derivate parziali e loro soluzioni, ed elementi di analisi funzionale; - elementi di relatività ristretta forniti dal corso di Fisica Moderna svolto in parallelo		
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame orale e/o scritto.		

<b>Insegnamento: LABORATORIO DI FISICA 1</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/01	<b>CFU:</b> 10
<b>Tipologia attività formativa:</b> Caratterizzante	<b>Altro (specificare):</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso intende fornire allo studente graduali ma adeguate competenze sulle caratteristiche di uno strumento di misura e un'introduzione all'elaborazione statistica dei dati. Lo studente valorizzerà le sue capacità applicative, effettuando misure di meccanica e termologia, apprenderà la teoria degli errori di misura e imparerà ad esporre i risultati in forma di relazione scritta, che dimostrerà il livello della sua autonomia di giudizio, della sua abilità nella comunicazione e della sua capacità di apprendere.	
<b>Programma sintetico:</b> 1) Introduzione alla sperimentazione fisica. 2) Caratteristiche di uno strumento di misura. Errori di misura. Errori casuali, massimi e statistici. La media. La deviazione standard. Errori sistematici. Misure indirette. Propagazione degli errori massimi e statistici. Cifre significative. 3) Rappresentazione dei dati sperimentali con grafici e istogrammi. 4) Cenni di teoria delle probabilità. Distribuzioni di probabilità. Distribuzione binomiale, di Poisson. di Gauss. La legge dei grandi numeri. Campioni sperimentali. Distribuzione limite. Stima dei suoi parametri. 5) Rigetto dei dati e il criterio di Chauvenet. 6) Il metodo di massima verosimiglianza. Giustificazione della media aritmetica di un campione come migliore stima del valore medio di una popolazione. Media pesata. Dipendenze funzionali e metodo dei minimi quadrati. Test di ipotesi. La distribuzione del chi quadro e suo uso nei problemi di consistenza. 7) Descrizione delle prove di laboratorio di meccanica e termologia. 8) Svolgimento in laboratorio di queste prove, ognuna delle quali prevede presa dati, analisi dati e stesura di relazione finale scritta.	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<b>Prerequisiti:</b> - conoscenze di meccanica e termodinamica fornite dal corso di Meccanica e Termodinamica svolto in parallelo; - conoscenze operative di calcolo, quali tipicamente apprese nei corso di Analisi I e Geometria svolti in parallelo;	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e/o prova pratica.	

<b>Insegnamento: LABORATORIO DI FISICA 2</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/01	<b>CFU:</b> 10
<b>Tipologia attività formativa:</b> Caratterizzante	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b>            Il corso fornirà le nozioni di base su aspetti dell'Optica e dell'Elettromagnetismo, mediante semplici esperimenti rivolti alla misura di grandezze fisiche caratterizzanti il fenomeno in esame per favorire il processo di apprendimento e migliorare la capacità di comprensione.            Lo studente sarà guidato nella applicazione delle conoscenze, parteciperà in gruppi alle attività sperimentali per prendere confidenza con le metodologie utilizzate e per favorire le sue capacità critiche e di comunicazione nella interazione con i colleghi di gruppo.            Al termine lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito familiarità nell'applicare i concetti dell'Optica e dell'Elettromagnetismo alla risoluzione di problemi reali, di sapere affrontare un esperimento avendo ben chiari i passi necessari per una corretta esecuzione delle misure, curando l'analisi dei dati e la loro presentazione.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b>  <u>Modulo 1.</u> Leggi dell'ottica geometrica. Prisma rifrangente. Formazione delle immagini. Diottra. Sistemi ottici centrati. Cenni sulla struttura dell'occhio umano. Strumenti ottici semplici.. Strumenti ottici composti. Cenni sui fenomeni d'interferenza e diffrazione. Diffrazione alla Fraunhofer da una fenditura rettilinea, da un reticolo e da un'apertura circolare. Polarizzazione della luce. Legge di Malus. Attività ottica e potere rotatorio.  <u>Modulo 2.</u> Concetto di rete elettrica. Elementi circuitali e loro classificazione. Principi di Kirchhoff. Metodo delle maglie e dei nodi. Circuiti equivalenti di Thevenin e di Norton. Amperometro a bobina mobile. Voltmetro amperometrico e voltmetro digitale. Metodo volt-amperometrico. Ponte di Wheatstone. Correnti e tensioni periodiche. Elementi circuitali: generatori ed impedenze. Transienti e stati stazionari. Metodo simbolico. Circuiti RC, RL, LC e RLC. Oscilloscopio. Linee di trasmissione. Coefficiente di riflessione. Sonda dell'oscilloscopio.            Cenni sulla conduzione nei semiconduttori. Diodo a semiconduttore. Raddrizzatore a semionda e Ponte di Graetz.</p>	
<p><b>Esami propedeutici:</b> Laboratorio di Fisica 1.</p>	
<p><b>Prerequisiti:</b>            - padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica e Termodinamica;            - conoscenze operative di calcolo, quali tipicamente apprese nei corso di Analisi I e Geometria;            - conoscenze di elettromagnetismo e ottica fornite dal corso di Elettromagnetismo e Ottica svolto in parallelo;</p>	
<p><b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Prova pratica e colloquio.</p>	

<b>Insegnamento: LABORATORIO DI FISICA 3</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/01	<b>CFU:</b> 10
<b>Tipologia attività formativa:</b> Caratterizzante	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b>            Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze relative ai dispositivi elettronici a semiconduttore ed ai circuiti di base della elettronica analogica e digitale ed inoltre la conoscenza dei processi d'interazione di particelle cariche e radiazione con la materia.            L'attività di laboratorio svilupperà le capacità applicative dello studente nel realizzare, analizzare e fare funzionare circuiti elettronici e digitali, accrescendo la sua capacità di apprendimento e il grado di autonomia nell'operare e nella valutazione dei risultati delle esperienze effettuate.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b>            Cenni sulle caratteristiche dei semiconduttori. Diodo a giunzione. Diodo come elemento circuitale.            Transistor a semiconduttore. Caratteristiche di ingresso e di uscita. Circuito di polarizzazione fissa e di autopolarizzazione. Modelli lineari del transistor. Amplificatore CE e CC. Risposta in frequenza degli amplificatori. Transistor come interruttore.            Sistema di numerazione binario. Funzioni logiche fondamentali: OR, AND, NOT. Relazioni di algebra booleana e leggi di De Morgan. Porta NAND in logica TTL.            Sommatore digitale. Comparatore digitale. Decodificatori. Codificatori. Multiplexer e Demultiplexer. ROM. Flip-flop SR, JK, JK master-slave, D e T. Registri. RAM. Scale di conteggio asincrone.            Amplificatore differenziale. Amplificatore operazionale. Applicazioni lineari e non lineari degli operazionali. Convertitore digitale-analogico ed analogico-digitale.            J-FET, MOSFET. Principio di funzionamento, caratteristiche. Applicazioni.            Processi d'interazione di particelle e radiazioni con la materia.            Cenni sui rivelatori di particelle e radiazione.</p>	
<p><b>Esami propedeutici:</b> Laboratorio di Fisica 2.</p>	
<p><b>Prerequisiti:</b>            - padroneggiare i contenuti del corso di Elettromagnetismo e Ottica;</p>	
<p><b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame orale e prova pratica.</p>	

<b>Insegnamento: MECCANICA ANALITICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> MAT/07	<b>CFU:</b> 8
<b>Tipologia attività formativa:</b> Affine	<b>Altro (specificare):</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione di adeguate competenze nella formulazione matematica dei modelli impiegati nell'analisi dei sistemi meccanici discreti e continui. Alla fine del corso lo studente sarà capace di applicare le conoscenze e le competenze acquisite risolvendo semplici problemi legati agli argomenti trattati.	
<b>Programma sintetico:</b> Elementi di cinematica e dinamica del corpo rigido. Formalismo Lagrangiano. Principio di Hamilton. Formalismo hamiltoniano. Simmetrie e teorema di Noether. Variabili angolo-azione e regole di Bohr. Cenni sulle perturbazioni hamiltoniane. Principio di Maupertuis. Introduzione alla meccanica dei continui deformabili, applicazioni ai fluidi perfetti.	
<b>Esami propedeutici:</b> Meccanica e Termodinamica, Analisi 1, Geometria	
<b>Prerequisiti:</b> - padroneggiare i contenuti del corso di Analisi 2 in particolare: 1) calcolo differenziale e integrale multidimensionale; 2) Curve e superfici; 3) Forme differenziali; 4) Funzioni implicite; 5) Equazioni differenziali ordinarie.	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame orale e/o scritto.	

<b>Insegnamento: MECCANICA E TERMODINAMICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/01	<b>CFU:</b> 14
<b>Tipologia attività formativa:</b> Base (corso annuale)	<b>Altro (specificare):</b>
<b>Obiettivi formativi:</b> 1) Il corso fornirà allo studente competenze su osservazioni sperimentali e descrizione teorica dei fenomeni meccanici e termodinamici, necessarie al loro uso in Fisica. 2) Il corso affronta i fenomeni meccanici relativi a punti e sistemi, e i fenomeni termodinamici concernenti fluidi e solidi. Al termine lo studente dovrà conoscere proprietà e formalismo dei sistemi meccanici e termodinamici, e aver sviluppato le capacità necessarie per applicare tali concetti alla risoluzione di problemi.	
<b>Programma sintetico:</b> Vettori. Punti materiali. Legge del moto. Traiettoria. Velocità. Accelerazione. Moti. Sistemi di riferimento inerziali. Conservazione della quantità di moto. Forze. Legge di Newton. Conservazione del momento angolare. Momento di una forza. Gravitazione. Lavoro. Potenza. Energia cinetica. Forze conservative e non. Energia potenziale. Conservazione dell'energia. Forze apparenti. Principio di relatività di Galileo. Equazioni cardinali. Centro di massa. Urti. Corpi rigidi. Sistemi equivalenti di forze. Momento d'inerzia. Assi liberi di rotazione. Moto di puro rotolamento. Statica dei corpi rigidi. Statica dei fluidi. Pressione. Legge di Archimede. Elementi di dinamica dei fluidi. Relazione di Bernoulli. Fluidi reali. Temperatura, equilibrio termico, termometri. Gas perfetti e reali. Lavoro adiabatico. I principio della termodinamica. Energia interna, Calori specifici. Trasformazioni reversibili e irreversibili. II principio della termodinamica. Macchine termiche. Rendimento. Ciclo di Carnot. Entropia. Interpretazione microscopica elementare dei fenomeni termici.	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<b>Prerequisiti:</b> - conoscenze operative di calcolo, quali tipicamente apprese nei corso di Analisi I e Geometria svolti in parallelo.	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame scritto e/o orale.	



**Insegnamento: METODI MATEMATICI DELLA FISICA**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** FIS/02

**CFU:** 10

**Tipologia attività formativa:**

Caratterizzante

**Altro (specificare):**

**Obiettivi formativi:**

Acquisizione di adeguate competenze sull'analisi delle funzioni a variabile complessa, sulle basi dell'analisi funzionale, sulla teoria degli operatori e sull'equazioni differenziali di particolare interesse fisico. Capacità di impostare e risolvere problemi matematici di origine fisica.

**Programma sintetico:**

**Analisi Complessa:** funzioni complesse di variabile complessa. Condizioni di Cauchy -Riemann. Funzioni olomorfe e relazioni con le funzioni armoniche. Curve in aperti del piano complesso: omotopia tra curve e omotopia a zero. Teorema Integrale di Cauchy. Formula di Cauchy. Funzioni analitiche. Analiticità e olomorfe. Teorema di Liouville. Teorema fondamentale dell'Algebra. Serie di Laurent e classificazione delle singolarità isolate. Indice di avvolgimento di una curva rispetto a un punto. Teorema dei residui. Calcolo di integrali con uso del teorema dei residui.

**Spazi lineari reali e complessi:** Spazi lineari unitari. Cambiamento di base e matrici unitarie. Funzionali lineari su spazi unitari. Operatori lineari su spazi unitari a dimensione finita. Algebra degli operatori lineari. Norma di un operatore lineare. Operatore inverso. Teoria spettrale per operatori lineari in spazi unitari di dimensione finita. Diagonalizzabilità. Decomposizione spettrale per operatori autoaggiunti unitari e normali. Spazi di Hilbert.

Spazi L2: Disuguaglianza di Holder. Completezza degli spazi L2. Esempi di spazi L2. Alcune proprietà di L2(Rn). La convoluzione. Identità approssimate. Teorema di approssimazione. Densità delle funzioni in L2(Rn). Spazi di Hilbert separabili. Separabilità di L2(Rn). Insiemi ortonormali e basi ortonormali. Disuguaglianza di Bessel. Gli spazi L2 su intervalli della retta reale. Polinomi di Legendre. La base trigonometrica.

**Analisi di Fourier:** Serie di Fourier di funzioni su un intervallo della retta reale. Convergenza in media quadratica, puntuale e uniforme. Trasformata di Fourier: trasformata di Fourier di funzioni complesse integrabili in Rn. Proprietà della trasformata di Fourier. Lemma di Riemann-Lebesgue. Trasformata di Fourier di una gaussiana. Il teorema di Plancherel. Trasformata di Fourier di funzioni in L2(Rn). Formula di inversione. Trasformata di Fourier di convoluzioni. Operatori di moltiplicazione e derivazione e loro decomposizione spettrale. Principio di indeterminazione di Heisenberg.

**Teoria delle Distribuzioni:** spazio delle funzioni test. Funzioni generalizzate. Il supporto di una distribuzione. Esempi. Moltiplicazione per una funzione regolare di una distribuzione. Derivate di una distribuzione. Distribuzioni con supporto in un punto. Convoluzione di distribuzioni e funzioni. Distribuzioni temperate. Teorema di Schwartz. Convoluzione di distribuzioni temperate e funzioni. La trasformata di Fourier di distribuzioni temperate.

**Equazioni differenziali di interesse per la fisica:** L'equazione del calore, l'equazione delle onde, l'equazione di Laplace e l'equazione di Helmholtz. Soluzioni delle equazioni differenziale alle derivate parziali di interesse fisico.

**Esami propedeutici:** Analisi Matematica 1, Geometria.

**Prerequisiti:**

- padroneggiare i contenuti del corso di Analisi 2 in particolare: Algebra dei numeri complessi. Teoria spettrale per matrici nxn reali e complesse. Calcolo differenziale per funzioni di una e più variabili reali. Analisi vettoriale

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale e/o scritto.

**Insegnamento: OTTICA**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** FIS/01

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:**

**Altro (specificare):**

**Obiettivi formativi:**

Il corso si propone di fornire gli elementi per la conoscenza e capacità di comprensione dei fenomeni fisici alla base dei processi di interazione della radiazione con la materia, dell'ottica ondulatoria e geometrica e degli strumenti ottici, sviluppando le capacità applicative dello studente.

**Programma sintetico:**

Ottica gaussiana al primo ordine e lenti sottili, studio di sistemi ottici. Metodo della matrice di trasferimento. Aberrazioni, sistemi acromatici.  
Elementi di ottica delle particelle cariche. Lenti elettrostatiche.  
Fondamenti della teoria della propagazione delle onde elettromagnetiche. Interferenza, interferometri ed applicazioni. Diffrazione. Potere risolutivo dei sistemi ottici.  
Modelli classici della emissione: radiazione termica, corpo nero.  
Concetti di base della teoria quantistica dell'emissione. Interazione della radiazione con un sistema a due livelli. Emissione ed assorbimento stimolati. Emissione spontanea. Inversione di popolazione e pompaggio ottico. Cavità risonanti. Emissione laser. Sistemi laser ed applicazioni.  
Polarizzazione della luce. Birifrangenza. Attività ottica.  
Principi di funzionamento delle fibre ottiche e loro applicazioni.  
Olografia ed applicazioni.  
Cenni su alcuni dei seguenti argomenti tratti dalla frontiera di ricerca nell'ottica moderna: atto-fisica, meta-materiali ed invisibilità, fotonica integrata, crittografia quantistica, pinzette ottiche, nano-ottica, iper-microscopia, calcolo ottico.

**Esami propedeutici:**

**Prerequisiti:**

- padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica e Termodinamica;
- padroneggiare i contenuti del corso di Elettromagnetismo e Ottica;

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale.

**Insegnamento: PREPARAZIONI DI ESPERIENZE DIDATTICHE**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** FIS/08

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:**

**Altro (specificare):**

**Obiettivi formativi:**

Il corso dà elementi professionalizzanti per insegnanti di fisica nella scuola secondaria, con enfasi su attività di laboratorio e modellizzazione. Lo scopo è l'integrazione sinergica di tipi di laboratorio ("povero": con materiali a basso costo; apparati tradizionalmente presenti nelle scuole; sensori in linea a calcolatore, Real-Time (R-T); ambienti virtuali). L'allievo deve dimostrare Abilità Sperimentali, Capacità di comprensione dei contenuti affrontati, Abilità nella comunicazione didattica.

**Programma sintetico:**

Gli esperimenti sono scelti in base a: - valore emblematico; - risultati della Ricerca in Didattica della Fisica; - zone di conoscenza "debole" (accertate all'inizio). Tipicamente si affronta lo studio di: - moti di persone (sensori per R-T, grafici cinematici); moti sistemi massa-molla (sensori per R-T); - galleggiamento ed affondamento (lab. "povero"); - riscaldamenti-raffreddamenti e calori specifici (apparati tradizionali e sensori per R-T); - circuiti ad elementi passivi ("povero" e apparati tradizionali); - induzione e.m. (apparati tradizionali e modelli dinamici); - tensione alternata (apparati tradizionali); - immagini da lenti sottili e funzionamento di fibre ottiche ("povero" e apparati tradizionali).

**Esami propedeutici:**

**Prerequisiti:**

- padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica e Termodinamica;
- padroneggiare i contenuti del corso di Elettromagnetismo e Ottica;

**Modalità di accertamento del profitto:** Consegne e questionari durante il corso, esame orale.

<b>Insegnamento: STORIA DELLA FISICA</b>	
<b>Settore Scientifico - Disciplinare:</b> FIS/08	<b>CFU:</b> 6
<b>Tipologia attività formativa:</b> A Scelta	<b>Altro (specificare):</b>
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  La <i>finalità</i> del corso è quella di integrare criticamente, attraverso percorsi storici, la fisica classica studiata durante i corsi del I e II anno con le indicazioni relative all'analisi storica.  Gli <i>obiettivi cognitivi</i> che si vogliono raggiungere sono le conoscenze storico-critiche di alcune tematiche fisiche studiate dal punto di vista positivo e curricolare.  Le <b>competenze</b> da acquisire riguardano la strutturazione di un quadro storico impostato sullo sviluppo delle idee fisiche. Il corso intende inoltre fornire lo studente dei metodi di indirizzo della Storia della Fisica necessari alla comprensione delle modalità della ricerca nel settore. Lo studente sarà guidato nella applicazione delle proprie conoscenze, parteciperà ad attività di laboratorio per acquisire familiarità con le metodologie esposte.</p>	
<p><b>Programma sintetico:</b>  Il corso intende presentare le principali idee che hanno dato origine alla scienza contemporanea. Il programma è sviluppato in due moduli. Il primo modulo riguarda la rivoluzione scientifica nel Seicento e che inizia con la pubblicazione del trattato di Copernico e prosegue con le ricerche condotte da Galilei e Newton.  Il secondo modulo prende in esame le indagini teoriche e sperimentali che a partire dal Settecento portarono all'analisi dei fenomeni elettrici e magnetici e nell'Ottocento all'individuazione del carattere universale dell'interazione elettromagnetica.  Ciascuna lezione ha la durata di quattro ore ed è un'ordinaria sessione di laboratorio. La metodologia didattica adottata è quella della <i>Ricostruzione degli esperimenti storici</i>.</p>	
<b>Esami propedeutici:</b>	
<p><b>Prerequisiti:</b>  - padroneggiare i contenuti del corso di Meccanica e Termodinamica;  - padroneggiare i contenuti del corso di Elettromagnetismo e Ottica.</p>	
<b>Modalità di accertamento del profitto:</b> Esame orale.	

### **Allegato 3**

#### **RICHIESTA DI MODIFICHE AL REGOLAMENTO DEL CORSO DI STUDIO IN FISICA CLASSE L-30 "SCIENZE E TECNOLOGIE FISICHE (LAUREA TRIENNALE)**

##### **CAMBIAMENTI DEL REGOLAMENTO PROPOSTO RISPETTO AL REGOLAMENTO VIGENTE**

Il Regolamento proposto differisce rispetto al Regolamento vigente per una riorganizzazione complessiva delle propedeuticità fra gli esami. In particolare vengono abolite le propedeuticità fra esami dello stesso anno di corso, mentre possono rimanere quelle fra corsi di anni diversi. La concatenazione coerente fra i contenuti viene tuttavia preservata tramite i prerequisiti di conoscenze necessari per seguire un corso e che sono riportati esplicitamente.

In dettaglio:

- sono eliminate le propedeuticità per i corsi a scelta (Complementi di Fisica, Elementi di Astrofisica, Elementi di Biofisica, Elementi di Geofisica, Fisica Applicata, Ottica, Preparazione di Esperienze Didattiche, Storia della Fisica) ma specificati i prerequisiti;
- le propedeuticità che rimangono sono:
  - Analisi Matematica 1 → Analisi Matematica 2, Meccanica Analitica, Metodi Matematici della Fisica
  - Geometria → Meccanica Analitica, Metodi Matematici della Fisica
  - Laboratorio di Fisica 1 → Laboratorio di Fisica 2 → Laboratorio di Fisica 3
  - Meccanica e Termodinamica → Elettromagnetismo e Ottica, Meccanica Analitica
  - Elettromagnetismo e Ottica → Istituzioni di Meccanica Quantistica, Fisica Moderna, Elementi di Fisica della Materia, Elementi di Fisica Nucleare e Subnucleare

Negli staccamenti di diversi corsi (Meccanica e Termodinamica, Elettromagnetismo e Ottica, Metodi Matematici della Fisica, Fisica Moderna, Istituzioni di Meccanica Quantistica, Elementi di Fisica della Materia, Elementi di Fisica Nucleare e Subnucleare) vi sono dei cambiamenti per armonizzare il percorso ed evitare ripetizioni.

Le ragioni del cambiamento richiesto sono motivate nel Rapporto.