



## Corso di studi: Fisica (Laurea)

**Denominazione:** Fisica

**Dipartimento :** FISICA

**Classe di appartenenza:** L-30 SCIENZE E TECNOLOGIE FISICHE

**Interateneo:** No

**Interdipartimentale:** No

**Obiettivi formativi:** L'obiettivo del Corso di Laurea in Fisica e' la formazione di laureati con solida preparazione delle discipline di base, tale da consentire sia l'inserimento nel mondo del lavoro che la prosecuzione degli studi nella Laurea Magistrale, nel Dottorato, nei Master e nelle scuole di specializzazione. In particolare, attraverso la frequenza a corsi cattedratici, esercitazioni e laboratori, verranno fornite allo studente le basi della Fisica, della Matematica e della Chimica. La preparazione fornita e' mirata a conseguire: padronanza dei metodi matematici, sia per applicazioni alla fisica, sia come strumento generale di modellizzazione e di analisi di sistemi; conoscenza operativa di moderni strumenti di laboratorio e delle tecniche di acquisizione ed elaborazione dei dati sperimentali; conoscenza di base e operativa dei sistemi informatici e di calcolo automatico e della loro utilizzazione nella soluzione di problemi di fisica e nella modellizzazione di sistemi; padronanza di una seconda lingua della comunit  europea, oltre all'italiano, per permettere al laureato di interagire a livello europeo nel mondo scientifico e in quello del lavoro; capacit  di eseguire lavoro autonomo e di gruppo.

**Numero stimato immatricolati:** 230

**Requisiti di ammissione e modalit  di verifica:** Per essere ammessi al Corso di Laurea in Fisica occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. Per l'accesso al Corso di Laurea in Fisica sono richieste, oltre a una buona capacit  di comunicazione scritta e orale, e abilita' nel ragionamento logico, le principali conoscenze di matematica e fisica classica.

Il Corso di Studi non ha un numero programmato di studenti, ma si avvale del test di autovalutazione di ingresso offerto da Con.Scienze, attraverso CISIA denominato TOLC-S limitatamente alle prove di Matematica di base, Ragionamento e problemi, e Comprensione del testo, per stabilire gli eventuali OFA (obblighi formativi aggiuntivi).

La prova prevede una serie di 40 domande in 90 minuti in tre categorie:

Matematica di Base 20 domande in 50'

Ragionamento e Problemi 10 domande in 20'

Comprensione del Testo 10 domande in 20'

Ad ogni domanda viene assegnato un punteggio di 1 punto se corretta, -0,25 punti se non corretta e 0 punti in assenza di risposta. Il test si considera superato se si raggiungono i seguenti punteggi:

- Punteggio maggiore o uguale a 9 in Matematica di Base
- Punteggio maggiore o uguale a 4 in Ragionamento e Problemi
- Punteggio maggiore o uguale a 4 in Comprensione del Testo

Si precisa che   necessario raggiungere la sufficienza in tutte e tre le categorie.

Il non superamento del test genera OFA (obbligo formativo aggiuntivo) che consiste nel seguire il corso di matematica di base offerto da UNIFI in modalit  elearning (online).

Lo studente titolare di OFA pu  comunque iscriversi al corso di Laurea Triennale in Fisica ma deve sostenere come primo esame o Geometria ed Algebra Lineare o Analisi Matematica.

**Specifica CFU:** Per i corsi cattedratici ogni credito corrisponde di norma ad 8 ore di didattica frontale, di cui circa 1/3 deve essere dedicato ad esercitazioni ed a studio guidato.

Per i corsi di laboratorio ogni credito corrisponde di norma a 15 ore di didattica frontale, di cui circa 2/3 devono consistere in esperimenti e misure in laboratorio.

**Modalit  determinazione voto di Laurea:** Alla determinazione del voto di laurea concorrono:

- 1) la media dei voti, pesata con i crediti, conseguiti negli esami previsti dal piano di studi, convertita da trentesimi a centodecimi, e arrotondata all'intero pi  vicino;
- 2) un punteggio di 5/110 per la presentazione relativa alla prova finale, se considerata superata da parte della Commissione;
- 3) un punteggio di regolarit  cos  determinato:
  - a) 5/110 se il candidato si laurea entro il 31 dicembre del terzo anno dalla data di immatricolazione;
  - b) 3/110 se il candidato si laurea nei 6 mesi successivi a quanto stabilito in a);
  - c) 2/110 se il candidato si laurea nei 6 mesi successivi a quanto stabilito in b);

La Commissione giudicatrice ha la facolt  di attribuire, in caso di parere unanime, un ulteriore punteggio di 1/110.

Nel caso che questo ulteriore punto non venga attribuito e se la votazione composta secondo le voci 1-3   maggiore o uguale a 111, la Commissione, su proposta del Presidente, pu  attribuire la lode con parere unanime. La Commissione giudicatrice si riserva di determinare il punteggio di regolarit  valutando l'effettiva carriera dello studente.

**Attivit  di ricerca rilevante:** Il Dipartimento di Fisica di Pisa ha una importante e riconosciuta tradizione di ricerca in ambito internazionale. Le attuali linee di ricerca possono essere brevemente riassunte come segue:

Fisica teorica:

Teoria quantistica e statistica dei campi; Teoria delle interazioni fondamentali; Meccanica Statistica; Fisica nucleare; Fisica dello stato solido; Fisica dei cristalli liquidi; Storia della fisica.



## Regolamento Fisica

---

### Fisica della materia:

NanoLab; Fenomeni non lineari, raffreddamento laser, onde di materia; Metrologia e Spettroscopia ad alta risoluzione; Spettroscopia con sorgenti coerenti e simulazione numerica per lo studio di polimeri e glassformers; Fisica in campi laser intensi e ultrabrevi; Cristalli Liquidi; Comportamento non lineare e stocastico di sistemi fisici; Ablazione Laser; Fenomeni collettivi nei plasmi; Spettroscopia lineare e non lineare nel regime di moto lento; Stati elettronici in cristalli perfetti, superreticoli e strutture aperiodiche; Fisica dei polimeri, liquidi super raffreddati e vetri; Comportamento dielettrico e proprietà di trasporto di sistemi macromolecolari; Dinamica elettrone fonone ed effetto Jahn-Teller; Dinamica non lineare nei plasmi; Spettroscopia a radiofrequenza ed elettronica quantistica; Nuovi materiali per applicazioni laser. Sviluppo di sistemi di laser cooling basati su cristalli drogati.

### Astronomia e astrofisica:

Cosmologia/struttura ed evoluzione galattica; Astrofisica delle alte energie/Fisica astroparticellare; Mezzo interstellare; Sistema solare/Pianeti extrasolari; Plasma/MHD/Fluidi; Astrofisica stellare.

### Fisica applicata:

Medipix; CALMA; Functional Imaging and Instrumentation.

### Fisica delle interazioni fondamentali:

Studio delle caratteristiche delle interazioni delle particelle elementari, quark e leptoni, mediante esperimenti agli acceleratori e con i raggi cosmici.. Studio delle onde gravitazionali e delle loro sorgenti. Ricerca di nuova fisica. Cosmologia osservativa. Gli esperimenti sono effettuati presso grandi centri di ricerca internazionali (CERN, Fermilab, PSI, KEK, Gran Sasso, SLAC, Osservatorio EGO ) e in collaborazione con la Sezione di Pisa dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Gli esperimenti attivi includono:

AMS02; ATLAS; BABAR; BELLE2; CMS; CTA; DARKSIDE; G-2; G-GRANSASSO-RD; GGG; GLAST/FERMI; IXPE; LHCB; LSPE; MAGIA-ADV; MAGIC; MEG; MU2E; NA62; TOTEM; VIRGO

**Rapporto con il mondo del lavoro:** I risultati delle indagini svolta da AlmaLaurea e consorzi simili mostrano per i laureati in Fisica pre e post riforma una situazione occupazionale positiva, con evidenze che contraddicono luoghi comuni molto diffusi circa la mancanza di lavoro per chi intraprende questo tipo di studi. I laureati in Fisica hanno il più alto tasso di occupazione in assoluto (sia dopo uno che dopo cinque anni), anche rispetto alle lauree del gruppo Scientifico, oltre il 90%. Il problema in Italia, dunque, non sembra essere tanto l'ingresso dei laureati nel mondo del lavoro quanto piuttosto il loro numero ridotto. Per questo, e lo si va dicendo da tempo e da più parti autorevoli, le iscrizioni a Fisica sono da incentivare.

Le prospettive professionali dei laureati in fisica, la cui preparazione e' ampiamente riconosciuta ed apprezzata anche a livello internazionale, sono segnalate attualmente nell'industria (ad es. settori elettronico, informatico e biomedico), nelle aree in cui e' richiesta la capacita' di costruire modelli di realtà complesse (ad es. banche, imprese finanziarie, società di consulenza) nel mondo della ricerca scientifica (enti di ricerca, imprese, università) e nella scuola.



**Curricula definiti nel CDS Fisica**

**PIANO DI STUDIO 1**



---

**Gruppi per attività a scelta nel CDS Fisica****Gruppo Terzo anno: Metodi 2 e Informatica con laboratorio (6 CFU)**

*Descrizione:* Scelta al terzo anno tra Metodi 2 e Informatica con laboratorio

**Gruppo GR2 (12 CFU)**

*Descrizione:* Corsi sperimentali e applicativi

*Tipologia :* Affini o integrative

**Gruppo GR1 (12 CFU)**

*Descrizione:* Corsi a scelta dello studente (2 esami)



## Attività formative definite nel CDS Fisica

### Armi nucleari, disarmo e proliferazione nucleare. (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Nuclear weapons, disarmament and nuclear proliferation

**Obiettivi formativi:** L'insegnamento si propone di fornire agli studenti competenze sulla struttura e funzionamento delle armi nucleari, sullo stato attuale della loro diffusione, sui trattati che riguardano le armi nucleari e sui rischi che oggi corre l'umanità come conseguenza della presenza di armi nucleari.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide competence on the structure and working principle of nuclear weapons, on the current state of their deployment, on the treaties that regard nuclear weapons and on the risks that humanity is taking as a consequence of the presence of nuclear weapons.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** PROVA ORALE

**Lingua ufficiale:** Inglese

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Armi nucleari, disarmo e proliferazione nucleare.	6	FIS/04 FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Analisi Matematica (15 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical Analysis

**Obiettivi formativi:** Il corso intende fornire gli elementi del calcolo differenziale e integrale per funzioni di una variabile reale, con lo scopo di acquisire rigore logico, pervenire ad una buona padronanza di calcolo, conoscere le principali tecniche dimostrative. Introduzione alle equazioni differenziali ordinari, e il teorema di Cauchy-Lipschitz.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course provides the elements of differential and integral calculus in one real variable, in order to acquire logical rigour, to get skill in calculus and to learn the main methods of proofs. Differential and integral calculus for multidimensional spaces.

**CFU:** 15

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni e' fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prove scritte in itinere e prova d'esame scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Analisi Matematica	15	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Discipline matematiche e informatiche

### Astrofisica generale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Astrophysics

**Obiettivi formativi:** Il corso intende trattare alcuni dei principali problemi dell'astrofisica moderna, illustrando in modo interdisciplinare le differenti tecniche necessarie per affrontare i problemi cosmici.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** frequenza vivamente consigliata

**Modalità di verifica finale:** orale

**Lingua ufficiale:** Italiano



## Regolamento Fisica

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Astrofisica Generale	6	FIS/05 ASTRONOMIA E ASTROFISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Chimica Generale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** General Chemistry

**Obiettivi formativi:** Il corso ha lo scopo di introdurre lo studente ai concetti fondamentali della stechiometria, del legame chimico, dell'equilibrio e, più in generale, delle proprietà e della reattività degli elementi e dei composti. Particolare enfasi viene data alla deduzione delle proprietà di una sostanza sulla base della posizione che gli elementi costituenti occupano all'interno del Sistema Periodico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The General Chemistry lectures aim to present the student the fundamental concepts of stoichiometry, of the chemical bond and of the properties and the reactivity of elements and compounds. The possibility to gain information about the properties of a substance from the position that the constituents occupy in the Periodic Table will be particularly pursued.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Prove in itinere e/o prova orale finale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica Generale	6	CHIM/03 CHIMICA GENERALE E INORGANICA	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Discipline chimiche

### Chimica fisica e laboratorio (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Chemical Physics with laboratory

**Obiettivi formativi:** Il corso vuole fornire gli elementi di base della chimica fisica.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Chimica fisica	6	CHIM/02 CHIMICA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Complementi di analisi matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Complements of mathematical analysis

**Obiettivi formativi:** Superfici; massimi e minimi vincolati; curve e curve rettificabili; campi di vettori conservativi; integrazione su curve e superfici.

Calcolo differenziale e integrale per funzioni di più variabili.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Surfaces; maxima and minima under constraint conditions; curves; conservative vector fields; surfaces and curves integration.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1



## Regolamento Fisica

### **Propedeuticità:** Analisi Matematica

La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prove scritte in itinere e prova d'esame scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Complementi di analisi matematica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Elementi di Geofisica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of geophysics

**Obiettivi formativi:** Acquisire conoscenze di base sulle principali metodologie e tecniche geofisiche che consentono l'esplorazione della Terra a varie scale. In particolare si comprenderà come alcune leggi fondamentali della fisica, come ad esempio quelle dell'elastodinamica, possano trovare applicazione dal campo sismologico (fenomeni a frequenza inferiore ad 1 Hz), all'esplorazione del sottosuolo e alle indagini a fini ambientali (fenomeni dell'ordine delle decine e centinaia di Hz), fino alle analisi ultrasoniche di campioni di roccia in laboratorio.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elementi di Geofisica	6	GEO/11 GEOFISICA APPLICATA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Elementi di storia della fisica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of History of physics

**Obiettivi formativi:** Il Corso ha due obiettivi: il primo, analizzare in modo integrale un testo fondamentale della Scienza, il Sidereus Nuncius di Galileo e studiare le conseguenze prodotte sulla storia del pensiero; il secondo, metodologico, fornire un esempio di come si affronta lo studio di un testo e del suo contesto storico, con riferimenti alla storia della scienza.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame orale, dopo la preparazione di un breve elaborato sull'approfondimento di una parte del programma, o affine.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elementi di storia della fisica	6	FIS/08 DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Equazioni alle derivate parziali (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Partial differential equations



## Regolamento Fisica

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di illustrare e discutere le tecniche matematiche che consentono di studiare alcune importanti equazioni della Fisica, quali l'eq. delle onde (D'Alembert), l'eq. del calore (Fourier), l'eq. di Laplace, l'eq. di Schroedinger, il sistema di Maxwell.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Complementi di analisi matematica.

La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame: orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Equazioni alle derivate parziali	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Filosofia della fisica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Philosophy of physics

**Obiettivi formativi:** Sviluppo concettuale della fisica fino alla metà del '900, meccanica statistica, relatività, meccanica quantistica, struttura della materia, teoria dei campi dall'elettromagnetismo alle teorie di gauge, fondamenti della filosofia della fisica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Conceptual development of physics up to half of 900, statistical mechanics, relativity, quantum mechanics, structure of matter, field theory from electromagnetism to gauge theories, fundamentals of philosophy of physics.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Filosofia della fisica	3	FIS/08 DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative

### Fisica 1 (15 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics I

**Obiettivi formativi:** Meccanica classica: spazio e tempo, velocità ed accelerazione, leggi di Newton; forze inerziali e sistemi non inerziali; la forza gravitazionale universale; lavoro, potenziale ed energia; leggi di conservazione; forze centrali; corpo rigido. Fluidi. Termodinamica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Elements of classical mechanics: space and time, velocity and acceleration; experimental basis of Newton's laws; inertial forces and non-inertial frames, universal gravitation; work and potential energy; conservation laws; central forces; rigid body. Fluids. Thermodynamics.

**CFU:** 15

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta ed orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica 1	15	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Discipline fisiche





## Regolamento Fisica

### Fisica 2 (15 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics 2

**Obiettivi formativi:** Elettrostatica, correnti stazionarie. Magnetismo e induzione elettromagnetica.

Elettrodinamica classica. In particolare: trattazione relativistica, onde elettromagnetiche, irraggiamento, ottica fisica: interferenza e diffrazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Electrostatics, stationary currents. Magnetism, electromagnetic induction.

Classical electrodynamics. In particular: relativistic treatment, electromagnetic waves, radiation, optics: interference and diffraction.

**CFU:** 15

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica 1.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica 2	15	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Discipline fisiche

### Fisica 3 (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics 3

**Obiettivi formativi:** Formulazione relativistica covariante dell'elettrodinamica; invarianza di gauge. Teoria classica dello scattering.

Ottica classica. Teoria dell'irraggiamento. Meccanica relativistica: decadimenti e urti. Cenni e esempi dalla fisica nucleare e fisica delle particelle.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Covariant electrodynamics; gauge invariance. Classical scattering theory. Classical optics. Emission of electromagnetic radiation. Relativistic mechanics: decay and scattering processes. Examples taken from nuclear and particle physics.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica2.

La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica 3	9	FIS/04 FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Fisica dei materiali per la fotonica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics of materials for photonics

**Obiettivi formativi:** Elementi di base della fisica dei materiali semiconduttori e polimerici usati per la realizzazione di dispositivi optoelettronici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Basic elements of the physics of semiconductor materials and polymers used for the realization of optoelectronic devices.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica dei materiali per la fotonica	3	FIS/03 FISICA DELLA MATERIA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative



## Regolamento Fisica

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
					affini o integrative

### Fisica del suono (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** physics of sound

**Obiettivi formativi:** Il corso introduce lo studente all'acustica, con enfasi sulla fisica del suono, degli strumenti musicali e dell'elaborazione elettronica e digitale di segnali acustici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course provides an introduction to acoustics, with focus on the physics of sound, of musical instruments and electronic digital processing of sound signals.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova di esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
physics of sound	6	FIS/07 FISICA APPLICATA (A BENI CULTURALI, AMBIENTALI, BIOLOGIA E MEDICINA)	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative

### Fisica dell'atmosfera (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics of the Atmosphere

**Obiettivi formativi:** Fondamenti della struttura dell'atmosfera, termodinamica nell'ambiente, trasporto radiativo, dinamica in un sistema rotante a varie scale, fronte, previsioni, analisi metereologiche, temporali, elettricità atmosferica, sistemi convettivi, cambiamenti climatici.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fisica dell'atmosfera	6	FIS/07 FISICA APPLICATA (A BENI CULTURALI, AMBIENTALI, BIOLOGIA E MEDICINA)	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Fluidodinamica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Fluidodynamics

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Fluidodinamica	6	FIS/03 FISICA DELLA MATERIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative



## Regolamento Fisica

### Fondamenti di ottica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Optic Foundations

**Obiettivi formativi:** Il corso copre le basi dell'ottica classica, discutendo i concetti di interferenza, diffrazione e birifrangenza, con l'obiettivo di giungere alla discussione di alcuni fenomeni rilevanti per le loro applicazioni in ambito fotonico, optoelettronico, della microscopia ottica avanzata e della manipolazione della materia. Il corso prevede la visita ad alcuni laboratori di ricerca.

- Richiami di ottica geometrica ed elettromagnetismo. Interferenza, interferometri. Cavità ottiche. Diffrazione.

- Polarizzazione della luce, dicroismo, birifrangenza, effetti acusto- ed elettro-ottici.

- Fasci gaussiani, radiazione laser. Guide d'onda. Basi di ottica a trasformata di Fourier. Microscopia ottica e sue varianti sub-diffrazione. Pinzette ottiche.

- Visita di alcuni laboratori di ottica (4 ore)

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
fondamenti di ottica	6	FIS/03 FISICA DELLA MATERIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Geometria 2 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Linear algebra 2

**Obiettivi formativi:** Nozioni e applicazioni piu' avanzate dell'algebra lineare (dualita', teoria di Witt, forma normale di Jordan, quadriche).

**Obiettivi formativi in Inglese:** Advanced knowledges and applications of linear algebra (Duality, Witt theory, Jordan normal form, quadrics).

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Geometria 1.

La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Geometria 2	6	MAT/03 GEOMETRIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Geometria differenziale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Differential Geometry

**Obiettivi formativi:** Nel corso di svilupperanno elementi di geometria differenziale in spazi di Riemann, con applicazioni fisiche quali l'equazione di Einstein.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Aim of the course is to provide an introduction to differential geometry in Riemann spaces, having in mind physics applications like Einstein equation

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** geometria



## Regolamento Fisica

**Modalità di verifica finale:** prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Differential Geometry	6	MAT/03 GEOMETRIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Geometria e algebra lineare (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Linear algebra

**Obiettivi formativi:** Nozioni di base dell'algebra lineare: spazi vettoriali e applicazioni lineari, endomorfismi e teoria della diagonalizzabilità, prodotti scalari.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Basic knowledge in linear algebra: vector spaces and linear maps, endomorphisms and diagonalization, scalar products.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Geometria e algebra lineare	12	MAT/03 GEOMETRIA	Base	lezioni frontali + esercitazioni	Discipline matematiche e informatiche

### Informatica con laboratorio (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Computing science with laboratory

**Obiettivi formativi:** Elementi della programmazione con utilizzo del linguaggio C. Introduzione sulle architetture dei calcolatori e sulla programmazione assembler; descrizione delle principali caratteristiche del linguaggio C. Introduzione alla programmazione parallela.

Algoritmi, strutture dati, complessità

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta ed orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Informatica con laboratorio	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Affini o integrative	Lezioni frontali+Esercitazioni+Laboratorio	Attività formative affini o integrative

### Introduzione alla fisica subnucleare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Introduction to subnuclear physics

**Obiettivi formativi:** Illustrare allo studente le principali linee di ricerca della fisica subnucleare e delle relative metodologie sperimentali

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** FISICA 1



## Regolamento Fisica

**Modalità di verifica finale:** PROVA ORALE

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Introduzione alla Fisica Subnucleare	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative

### La fisica di tutti i giorni (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** The Physics of everyday life

**Obiettivi formativi:** Il corso attraversa tutti i contenuti fondamentali della fisica, da quella classica a quella moderna, con l'obiettivo di renderli accessibili a tutti. A questo scopo, si cerca di scardinare le iniziali convinzioni pregiudiziali che spesso limitano l'approccio alla fisica: per questo nel corso non si fa uso del linguaggio matematico come strumento per la definizione e l'acquisizione dei concetti di base, e si fa invece uso di dimostrazioni d'aula a partire dal funzionamento di oggetti e fenomeni di vita quotidiana. Il corso può dunque essere di supporto a corsi di fisica istituzionali, in nessun modo sostitutivo di parti di essi. In questo senso, il corso è destinato: a studenti di Corsi di Studio scientifici, che possono così rafforzare le conoscenze concettuali e utilizzare la matematica con maggiore consapevolezza ed efficienza nella soluzione dei problemi, a studenti di Corsi di Studio non scientifici, che vogliono acquisire strumenti per completare la propria formazione e cultura, e magari diventare curiosi verso la scienza a saperne di più. Il corso è sviluppato a partire dall'esperienza di successo di "How things work - The physics of everyday life" (J. Wiley, New York, 2001) di Lou Bloomfield, University of Virginia (USA).

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** test su argomenti del corso e tesina su argomento a scelta non del corso

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
La fisica di tutti i giorni	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

### Laboratorio 1 con elementi di computazione (15 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Laboratory 1 and introduction to computing

**Obiettivi formativi:** Il corso introduce gli studenti alla misure di grandezze fisiche, prevalentemente meccaniche e termodinamiche, all'analisi dei dati raccolti, alla modellizzazione dei dati, e al confronto con la teoria. Nel modulo di computazione verranno svolti argomenti introduttivi legati alla computazione

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course is focused on the skill of measuring physical quantities, mainly related to mechanics and thermodynamics, on the analysis of collected data, on the modelling of data, and on the comparison with theories.

**CFU:** 15

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza e' obbligatoria

**Modalità di verifica finale:** Prove di laboratorio e verifica orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Elementi di programmazione	3	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Caratterizzanti	Lezioni frontali+Esercitazioni+Laboratorio	Sperimentale e applicativo
Laboratorio di Fisica	12	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Caratterizzanti	Lezioni frontali+Esercitazioni+Laboratorio	Sperimentale e applicativo



## Regolamento Fisica

### Laboratorio 2 (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Laboratory 2

**Obiettivi formativi:** Il corso introduce alla misura di grandezze elettromagnetiche, e all'uso di strumentazione elettronica di base.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course introduces the measurement of electromagnetic quantities, and to the use of basic electronic instrumentation.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Laboratorio 1 con elementi di computazione.

La frequenza e' obbligatoria

**Modalità di verifica finale:** Prove di laboratorio e verifica orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Laboratorio 2 - Modulo B	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Caratterizzanti	laboratorio e/o esercitazioni	Sperimentale e applicativo
Laboratorio 2 - Modulo A	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Caratterizzanti	laboratorio e/o esercitazioni	Sperimentale e applicativo

**Note:** Per poter essere ammessi a frequentare il laboratorio 2 è necessario aver frequentato laboratorio1 così come attestato dalla consegna delle relative relazioni

### Laboratorio 3 (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Laboratory 3

**Obiettivi formativi:** Basi fisiche dei dispositivi elettronici a semiconduttore. Capacità pratiche per progettare, montare e far funzionare semplici circuiti elettronici analogici e digitali ed apparati sperimentali per misure di fisica moderna. Analisi delle metodologie sperimentali di misura in circuiti elettronici e in esperienze di fisica moderna. Capacità di scrivere una relazione scientifica sintetica e comprensibile.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Physical bases for semiconductor electronic devices. Ability to design, assemble and debug simple analog and digital electronics circuits as well as experimental setups for modern physics measurements. Analysis of the experimental measurement methodologies in electronics circuits and modern physics experiments. Ability to prepare a synthetic and understandable scientific report.

The learning training follows two main topics: digital and analog electronics ,and physical optics. They are realized few electronic applications and some experiments in the field of physical optics. In this frame main optoelectronic devices are presented.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Laboratorio 2, Fisica 1. - La frequenza è obbligatoria. Per poter frequentare il corso è necessario essersi iscritto al corso stesso nei tempi indicati e comunque prima dell'inizio delle attività didattiche del primo semestre.

**Modalità di verifica finale:** Prove di laboratorio e verifica orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Laboratorio 3 -	12	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Affini o integrative	laboratorio e/o esercitazioni	Attività formative affini o integrative

**Note:** Per poter essere ammessi a frequentare il laboratorio 3 è necessario aver frequentato laboratorio 2 così come attestato dalla consegna delle relative relazioni, e deve essere stato superato l'esame di laboratorio 1 con elementi di computazione. E' possibile frequentare il corso di laboratorio una sola volta.

### Laboratorio 3 Avanzato (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced Laboratory 3



## Regolamento Fisica

**Obiettivi formativi:** Argomenti avanzati in elettronica digitale e analogica. Limitazioni di prestazioni nei circuiti elettronici. Rumore nei circuiti elettronici. Costruzione e caratterizzazione di circuiti complessi per la misura e la riduzione del rumore.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Advanced topics in analog and digital electronics. Performance limitations in electronics circuits. Noise in electronic circuits. Assembly and characterization of complex circuits for the measurement and reduction of noise.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Fisica 1, Laboratorio 2.

NB: il corso può essere scelto esclusivamente insieme al corso di Laboratorio 3, e frequentato simultaneamente. Per essere ammessi a frequentare questo corso è fortemente consigliato aver già sostenuto gli esami di Fisica2 e Laboratorio 2. E' a discrezione dei docenti ammettere a frequentare il corso studenti che non abbiano i suddetti requisiti. i docenti valuteranno caso per caso l'ammissione di studenti non in possesso di tali requisiti.

**Modalità di verifica finale:** Prove di laboratorio e verifica orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Laboratorio 3 A	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Affini o integrative	laboratorio e/o esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Laboratorio di Fisica per l'insegnamento (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics teaching laboratory

**Obiettivi formativi:** La misurazione, analisi e realizzazione di esperienze di meccanica, ottica e elettromagnetismo rilevanti nella didattica della Fisica.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** fisica 1

**Modalità di verifica finale:** presentazione e discussione di una relazione su argomento concordato col docente

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Laboratorio di Fisica per l'insegnamento	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Altre attività - scelta libera dello studente	laboratorio e/o esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Meccanica Classica (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Classical mechanics

**Obiettivi formativi:** Cinematica e dinamica relativistica; formulazione lagrangiana e hamiltoniana della meccanica; spazio delle fasi; teorema di Liouville; potenziali termodinamici; fasi termodinamiche; equazione del trasporto; teorema-H ed entropia; insieme microcanonico, canonico e grancanonico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Relativistic kinematics and dynamics; Lagrangian and Hamiltonian formulation of mechanics; phase space; Liouville theorem; thermodynamic potentials; thermodynamic phases; transport equation; H-theorem and entropy; microcanonic, canonic and grancanonic ensembles.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
---------------	-----	-----	-----------	----------------	--------





## Regolamento Fisica

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Meccanica Classica	12	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Teorico e dei fondamenti della Fisica

### Meccanica Quantistica A (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Quantum Mechanics

**Obiettivi formativi:** Acquisire nozioni fondamentali della meccanica quantistica, stati quantistici, operatori e leggi fondamentali.

Acquisire capacità di

soluzioni di problemi semplici. Oscillatore armonico. Momento angolare e spin. Applicazioni ai problemi tridimensionali solubili.

Atomi di idrogeno. Simmetrie, statistiche

e quantum entanglement.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prove scritte in itinere e prova d'esame scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Meccanica Quantistica A	9	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Caratterizzanti	lezioni frontali	Teorico e dei fondamenti della Fisica

### Meccanica Quantistica Avanzata (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced Quantum Mechanics

**Obiettivi formativi:** Evoluzione temporale e funzioni di Green, stati metastabili.

Introduzione alla teoria dello scattering, matrice S.

Interazione elettromagnetica e fotoni.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** meccanica quantistica

**Modalità di verifica finale:** prova scritta e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Meccanica Quantistica Avanzata	6	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Meccanica quantistica (15 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Quantum mechanics

**Obiettivi formativi:** Obiettivi formativi: Acquisire nozioni fondamentali della meccanica quantistica, stati quantistici, operatori e leggi fondamentali. Acquisire capacità di

soluzioni di problemi semplici. Oscillatore armonico. Momento angolare e spin. Applicazioni ai problemi tridimensionali solubili.

Atomi di idrogeno. Simmetrie, statistiche

e quantum entanglement. Metodi di approssimazione (teoria delle perturbazioni, metodo variazionale). Introduzione alla teoria della





## Regolamento Fisica

diffusione.

Moto di particelle cariche in campo elettromagnetico. Atomi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Introduction to non relativistic quantum mechanics starting from the basic principles and their mathematical foundation up to the bound state problem, perturbation theory and elementary scattering theory.

**CFU:** 15

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prove scritte in itinere e prova d'esame scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Meccanica quantistica	15	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Teorico e dei fondamenti della Fisica

### Metodi Matematici 1 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical Methods of Physics I

**Obiettivi formativi:** Serie di Fourier. Spazi di Hilbert e teoria degli operatori lineari. Trasformate di Fourier e di Laplace. Equazioni del calore, di d'Alembert, di Laplace. Applicazioni a problemi di fisica classica e quantistica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Fourier series. Hilbert spaces and linear operators theory. Fourier and Laplace transforms. Heat equation, d'Alembert and Laplace equations. Applications to problems in classical and quantum physics.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

propedeuticità: geometria e algebra lineare

**Modalità di verifica finale:** Prove scritte in itinere e prova d'esame scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Metodi Matematici 1	6	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Teorico e dei fondamenti della Fisica

### Metodi Matematici 2 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical Methods of Physics II

**Obiettivi formativi:** Funzioni di una variabile complessa. Funzioni di Green ed elementi di teoria delle distribuzioni con applicazioni alla fisica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Functions of a complex variable. Green functions and elements of the theory of distributions with physical applications.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

propedeuticità: Metodi 1

**Modalità di verifica finale:** Prove scritte in itinere e prova d'esame scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Metodi Matematici 2	6	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative



## Regolamento Fisica

### PROVA DI LINGUA INGLESE b2 (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Language skills

**Obiettivi formativi:** Corso di lingua inglese volto a far acquisire allo studente il livello B2 di padronanza della lingua.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Mastering a second language of the European community

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Corso organizzato dal Centro linguistico di Ateneo

**Modalità di verifica finale:** Colloquio

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
LINGUA INGLESE b2	3	LINGUA LINGUA STRANIERA	Altre attività - conoscenza di almeno una lingua straniera	laboratorio e/o esercitazioni	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera

### Principi Termici i per l'Ingegneria Nucleare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of thermal science for nuclear engineering

**Obiettivi formativi:** Il corso introduce gli aspetti di termodinamica e trasmissione del calore applicati a problemi di interesse alla tecnologia degli impianti nucleari.

In aggiunta a questa parte, verranno trattati gli elementi di meccanica dei fluidi utili per la soluzione di problemi tipici di moto di un fluido all'interno di un circuito idraulico.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Principi Termici e Meccanici per l'Ingegneria Nucleare	6	ING-IND/19 IMPIANTI NUCLEARI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Principi meccanici per l'ingegneria nucleare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of mechanics for nuclear engineering

**Obiettivi formativi:** Principi di teoria dell'elasticità;

Teoria dell'elasticità applicata alle travi e a semplici strutture assialsimmetriche.

Il corso introduce i principi di meccanica strutturale importanti per l'impiantistica convenzionale e nucleare.

Le applicazioni pratiche prenderanno a riferimento problemi di progettazione tipici di componenti di un impianto elettro-nucleare.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** si consiglia vivamente la frequenza

**Modalità di verifica finale:** prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Principi meccanici per l'ingegneria nucleare	6	ING-IND/19 IMPIANTI NUCLEARI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o



## Regolamento Fisica

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
					integrative

### Progettazione e realizzazione di esperienze di fisica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics experiments design

**Obiettivi formativi:** Il corso introduce alla progettazione e realizzazione di semplici ma significative esperienze di fisica, collegate alle nozioni apprese nei corsi di fisica generale e meccanica quantistica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the course is to introduce to the techniques to implement and realize simple but relevant physics experiments, related to one of the topics learned in the general physics and quantum mechanics courses

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Laboratorio 1, 2.; Laboratorio 3 oppure Tecnologie Digitali; Fisica 1, Fisica 2. La frequenza e' obbligatoria.

**Modalità di verifica finale:** Relazione scritta della esperienza assegnata e sua presentazione sotto forma di seminario

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Progettazione e realizzazione di esperienze di fisica	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Altre attività - scelta libera dello studente	seminario	A scelta dello studente

### Prova finale (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Final test

**Obiettivi formativi:** La prova finale per il conseguimento della Laurea in Fisica consiste nella verifica della capacità del laureando di esporre e di discutere con chiarezza e padronanza un argomento del corso di studio, approvato dalla Commissione di Laurea.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The final test consists in the verification of the capability of explaining and discussing a subject belonging to the courses of the Physics degree, approved by the Commission of degree.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Presentazione orale, della durata di 15 minuti circa, e successiva discussione di 5 minuti circa.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Prova finale	3	PROFIN_S Prova finale per settore senza discipline	Prova finale	prova finale	Per la prova finale

### Scelta libera dello studente (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Free choice courses

**Obiettivi formativi:** Le attività consigliate sono quelle del gruppo GR1, scelte diverse devono essere approvate dal consiglio di corso di studio.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prove di esame scritte e orali.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Scelta libera dello studente	12	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente



## Regolamento Fisica

### Storia concettuale della fisica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Concepts in the history of Physics

**Obiettivi formativi:** Sviluppo concettuale della fisica dall'antichità fino al '800. Massa, forza, energia, campi, inerzia, simmetria, nozioni dello spazio e tempo, applicazioni di matematica in fisica dal '200.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Conceptual development of physics up to the '800. Mass, force, energy, fields, inertia, symmetry, the concepts of space and time, applications of mathematics in physics from the '200.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Storia concettuale della fisica	6	FIS/08 DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative

### Storia della fisica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** History of Physics

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Storia della fisica	6	FIS/08 DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Struttura della Materia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Structure of matter

**Obiettivi formativi:** Statistiche quantistiche; bosoni: BEC, corpo nero; fermioni; cristalli; teorema di Bloch, bande di energia, metalli e isolanti; approssimazione adiabatica; fononi; calore specifico dei solidi. Introduzione ai laser.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Quantum statistics; bosons: BEC, black-body radiation; fermions; crystals; Bloch theorem, energy bands, metals and insulators; adiabatic approximation; phonons; specific heat in solids. Introduction to lasers.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** La frequenza alle lezioni e alle esercitazioni è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Struttura della Materia	6	FIS/03 FISICA DELLA MATERIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni	Microfisico e della struttura della materia

### Tecnologie Digitali A (6 CFU)



## Regolamento Fisica

**Denominazione in Inglese:** Digital Technologies A

**Obiettivi formativi:** Il corso introduce alla fisica dei dispositivi a semiconduttore, con l'obiettivo di apprendere le tecnologie alla base della strumentazione fisica utilizzata attualmente nei laboratori di ricerca e di misura.

Le esperienze proposte fanno uso di diversi tipi di sensori e dell'elettronica analogica

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Laboratorio 1

Laboratorio 2

Fisica 1

Fisica 2

**Modalità di verifica finale:** Prove di laboratorio e verifica orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologie Digitali A	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Affini o integrative	laboratorio e/o esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Tecnologie digitali (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Digital Technologies

**Obiettivi formativi:** Il corso introduce alla fisica dei dispositivi a semiconduttore, con l'obiettivo di apprendere le tecnologie alla base della strumentazione fisica utilizzata attualmente nei laboratori di ricerca e di misura.

Le esperienze proposte fanno uso di diversi tipi di sensori e dell'elettronica analogica e digitale necessaria per il corretto condizionamento del segnale; vengono insegnate anche le prime nozioni per l'impiego di microcontrollori dedicati all'uso generale in un laboratorio di fisica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course introduces students to the physics of semiconductor devices, with the aim of learning the basic technologies of the physics instruments used at present in research laboratories.

The proposed experiments employ different types of sensors, analog and digital electronic equipments needed to condition raw signals; the course provides also the basic knowledge for using general purpose microcontrollers in physics laboratories.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Laboratorio 1 con elementi di computazione

Laboratorio 2

Fisica 1

Fisica 2

Propedeuticità per Laboratorio 3 e Tecnologie digitali: Laboratorio 2, Fisica 1 - La frequenza è obbligatoria. Per poter frequentare il corso è necessario essersi iscritto al corso stesso nei tempi indicati e comunque prima dell'inizio delle attività didattiche del primo semestre.

**Modalità di verifica finale:** Prove di laboratorio e verifica orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologie digitali	12	FIS/07 FISICA APPLICATA (A BENI CULTURALI, AMBIENTALI, BIOLOGIA E MEDICINA)	Affini o integrative	laboratorio e/o esercitazioni	Attività formative affini o integrative

**Note:** Per poter essere ammessi a frequentare il laboratorio 3 è necessario aver frequentato laboratorio 2 così come attestato dalla consegna delle relative relazioni, e deve essere stato superato l'esame di laboratorio 1 con elementi di computazione. E' possibile frequentare il corso di laboratorio una sola volta.

### Tecnologie digitali Avanzato (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced Digital Technologies

**Obiettivi formativi:** Il corso approfondisce gli aspetti principali dell'uso di sensori per la realizzazione moderna di esperimenti di base di fisica, e replica alcuni esperimenti fondamentali che hanno segnato il passaggio dalla fisica classica a quella moderna, facendo



## Regolamento Fisica

riferimento alla Meccanica Quantistica.

Le esperienze vengono fatte in sinergia con il corso di Meccanica Quantistica.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Propedeuticità:

Laboratorio 1

Laboratorio 2

Fisica 1

Fisica 2

Tecnologie Digitali o Laboratorio 3

**Modalità di verifica finale:** Prove di laboratorio e verifica orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Tecnologie digitali Avanzato	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Altre attività - scelta libera dello studente	laboratorio e/o esercitazioni	A scelta dello studente

**Note:** Il corso non può essere seguito da chi non ha sostenuto tecnologie digitali

### Teoria dei gruppi (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Group theory

**Obiettivi formativi:** Acquisire i concetti base e l'utilizzo della teoria dei gruppi in fisica: assiomi dei gruppi, gruppi finiti e infiniti, gruppi discreti e continui. Gruppi e algebre di Lie. Teoria delle rappresentazione. Gruppi familiari in fisica: SU(2), SU(3), SO(3), SO(4), Gruppo di Lorentz e di Poincare'. Teoria delle radici e pesi in algebre semi-semplici. Alcuni applicazioni in meccanica quantistica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** To learn the basic concepts and use of the group theory in physics. Group axioms. Finite and infinite groups. Discrete and continuous groups.

Lie groups and Lie algebras. Representation theory. Familiar groups in physics: SU(2), SU(3), SO(3), SO(4), Lorentz and Poincare' groups. Roots and weights in semi-simple algebras. Some applications in quantum mechanics.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Geometria 1, Analisi 1, Fisica 1.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Teoria dei gruppi	6	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	Attività formative affini o integrative

### Teoria dei gruppi A (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Group theory (A)

**Obiettivi formativi:** Acquisire i concetti base e l'utilizzo della teoria dei gruppi in fisica: assiomi dei gruppi, gruppi finiti e infiniti, gruppi discreti e continui. Gruppi e algebre di Lie. Teoria delle rappresentazione. Gruppi familiari in fisica: SU(2), SU(3), SO(3), SO(4), Gruppo di Lorentz e di Poincare'.

**Obiettivi formativi in Inglese:** To learn the basic concepts and use of the group theory in physics. Group axioms. Finite and infinite groups. Discrete and continuous groups.

Lie groups and Lie algebras. Representation theory. Familiar groups in physics: SU(2), SU(3), SO(3), SO(4), Lorentz and Poincare' groups.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Geometria 1, Analisi 1, Fisica 1.

**Modalità di verifica finale:** Prova d'esame orale.

**Regolamento Fisica****Lingua ufficiale:** Italiano**Moduli**

<b>Denominazione</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>	<b>Ambito</b>
Teoria dei gruppi A	3	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative


**Curriculum: PIANO DI STUDIO 1**
**Primo anno (60 CFU)**
**Analisi Matematica (15 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Analisi Matematica	15	MAT/05	Base	Discipline matematiche e informatiche

**Fisica 1 (15 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Fisica 1	15	FIS/01	Base	Discipline fisiche

**Geometria e algebra lineare (12 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Geometria e algebra lineare	12	MAT/03	Base	Discipline matematiche e informatiche

**Laboratorio 1 con elementi di computazione (15 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Elementi di programmazione	3	FIS/01	Caratterizzanti	Sperimentale e applicativo
Laboratorio di Fisica	12	FIS/01	Caratterizzanti	Sperimentale e applicativo

**PROVA DI LINGUA INGLESE b2 (3 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
LINGUA INGLESE b2	3	LINGUA	Altre attività - conoscenza di almeno una lingua straniera	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera





## Curriculum: PIANO DI STUDIO 1

### Secondo anno (57 CFU)

#### Chimica Generale (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Chimica Generale	6	CHIM/03	Base	Discipline chimiche

#### Fisica 2 (15 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Fisica 2	15	FIS/01	Base	Discipline fisiche

#### Laboratorio 2 (12 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Laboratorio 2 - Modulo B	6	FIS/01	Caratterizzanti	Sperimentale e applicativo
Laboratorio 2 - Modulo A	6	FIS/01	Caratterizzanti	Sperimentale e applicativo

#### Meccanica Classica (12 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Meccanica Classica	12	FIS/02	Caratterizzanti	Teorico e dei fondamenti della Fisica

#### Metodi Matematici 1 (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Metodi Matematici 1	6	FIS/02	Caratterizzanti	Teorico e dei fondamenti della Fisica

#### Complementi di analisi matematica (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Complementi di analisi matematica	6	MAT/05	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative



## Curriculum: PIANO DI STUDIO 1

### Terzo anno (63 CFU)

#### Meccanica quantistica (15 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Meccanica quantistica	15	FIS/02	Caratterizzanti	Teorico e dei fondamenti della Fisica

#### Struttura della Materia (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Struttura della Materia	6	FIS/03	Caratterizzanti	Microfisico e della struttura della materia

#### Fisica 3 (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Fisica 3	9	FIS/04	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative

#### Gruppo: GR1 ( 12 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Corsi a scelta dello studente (2 esami)		

#### Gruppo: GR2 ( 12 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Corsi sperimentali e applicativi	Affini o integrative	

#### Gruppo: Terzo anno: Metodi 2 e Informatica con laboratorio ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Scelta al terzo anno tra Metodi 2 e Informatica con laboratorio		

#### Prova finale (3 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Prova finale	3	PROFIN_S	Prova finale	Per la prova finale