

**MANIFESTO DEGLI STUDI**  
**CORSO DI LAUREA IN SCIENZE FISICHE**  
**A.A. 2010/2011**

**1. Denominazione - Laurea in SCIENZE FISICHE**

**2. Classe**

Il Corso di laurea in **Scienze Fisiche** appartiene alla classe L-30 - **Scienze e tecnologie fisiche**.

Il Corso di laurea in Scienze Fisiche afferisce al Consiglio della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali ed è retto dal Consiglio Interclasse in Scienze Fisiche, secondo le norme del Regolamento didattico d'Ateneo.

**3. Obiettivi formativi**

Il Corso di Laurea in Scienze Fisiche mira a fornire allo studente una solida formazione di base in fisica classica e moderna aperta a successivi affinamenti in corsi di secondo livello; la formazione consente al laureato di inserirsi in attività lavorative che richiedono familiarità con il metodo scientifico e capacità di utilizzare metodologie innovative nonché attrezzature complesse.

I laureati in Scienze Fisiche devono:

- possedere una buona conoscenza di base dei diversi settori della fisica classica e moderna;
- acquisire familiarità con il metodo scientifico di indagine e, in particolare, essere in grado di applicarlo nella rappresentazione e nella modellizzazione della realtà fisica e la loro verifica;
- possedere competenze operative e di laboratorio;
- avere comprensione di strumenti matematici ed informatici adeguati, nonché capacità di utilizzarli;
- acquisire la capacità di operare professionalmente in ambiti definiti di applicazione, quali il supporto scientifico alle attività industriali ed ai beni culturali, nonché le varie attività rivolte alla diffusione della cultura scientifica;
- essere in grado di gestire le moderne tecnologie e complessi sistemi di misura, nonché di analizzare con metodologia scientifica grandi moli di dati;
- acquisire la capacità di utilizzare almeno una lingua dell' Unione Europea, oltre l'Italiano, nello ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali;
- possedere adeguate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell' informazione;
- acquisire la capacità di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro;
- avere le capacità per un aggiornamento continuo al progresso della Scienza.

**4. Requisiti di ammissione**

Per l'ammissione al Corso di Laurea in Scienze Fisiche occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore o di altro titolo equipollente conseguito in Italia o all'estero e riconosciuto idoneo, ai sensi del Regolamento Didattico di Ateneo. Sono previste prove di accesso al Corso di Laurea, ove possibile anche in ambito di iniziative nazionali. Tali prove, che non comporteranno una selezione per l'accesso, mirano a verificare la preparazione di base degli allievi in Matematica. Può essere svolto un pre-corso di Elementi matematici e concetti propedeutici allo studio della fisica. Al termine del pre-corso si potrà svolgere una prova di verifica che fornirà utili indicazioni per l'organizzazione e l'avvio di attività di tutoraggio individuale o di ulteriori attività integrative individuali stabilite dal CISF.

Si riportano qui di seguito i saperi essenziali e le conoscenze richieste agli studenti immatricolati al corso di laurea in Scienze Fisiche.

AREA DEL SAPERE	SAPERI ESSENZIALI CONOSCENZE RICHIESTE PER L'ACCESSO
Matematica	Proprietà algebriche e di ordine dei numeri reali - Potenze e radicali - Polinomi e loro proprietà - Calcolo letterale - Geometria euclidea - Insiemi - Operazioni tra insiemi - Applicazioni - Coordinate cartesiane nel piano - La retta - La circonferenza – L'ellisse - L'iperbole e la parabola - Equazioni e disequazioni di I° e II° grado razionali, irrazionali e con valori assoluti - Sistemi di disequazioni - La funzione esponenziale, la funzione logaritmica e le funzioni goniometriche - Equazioni e disequazioni esponenziali, logaritmiche e goniometriche.
Fisica	Grandezze fisiche e vettori. Elementi di cinematica, leggi della meccanica, conservazione dell'energia. Fluidi e gas: principi, comportamento e cambiamenti di stato. Calore, temperatura e principi della termodinamica. Elementi di acustica. Elementi di elettricità, magnetismo, elettromagnetismo e ottica. Cenni di microfisica (molecole, atomi, nuclei ed elettroni).
Chimica	Atomi, molecole e ioni. Stati di aggregazione della materia. Legame chimico. Significato qualitativo e quantitativo di una formula chimica. Bilanciamento di semplici reazioni chimiche: reazioni acido-base, reazioni di ossido-riduzione.

Le **conoscenze richieste** saranno oggetto del test di verifica a cui saranno sottoposti gli studenti. I saperi essenziali devono essere intesi come le conoscenze ritrovabili nella formazione della scuola media superiore e ritenute indispensabili, e preliminari, per la comprensione dei corsi universitari. E' prevista una **modalità di gestione e recupero degli obblighi formativi aggiuntivi** assegnati agli studenti attraverso i test di accesso e da soddisfare nel corso del primo anno accademico (anche nel periodo antecedente l'avvio delle lezioni). Ad ogni area del sapere (con i suoi contenuti richiesti) corrisponderà il programma del corso di recupero da far fare agli studenti che, come esplicitato nella 270, “siano stati ammessi con una votazione inferiore ad una prefissata votazione minima”.

## 5. Ambiti occupazionali previsti per i laureati

I possibili sbocchi professionali per i laureati in Scienze Fisiche prevedono, fra l'altro, l'inserimento in attività lavorative che necessitano la familiarità con il metodo scientifico, la capacità di utilizzo di metodologie innovative e attrezzature complesse, e la capacità di affrontare in modo autonomo contesti nuovi. Il laureato in Scienze Fisiche può inserirsi nell'attività, anche gestionale, di centri di ricerca pubblici e privati curando la modellizzazione e l'analisi dati, nonché valutando le relative implicazioni fisiche ed informatiche.

## 6. Organizzazione generale del Corso di Laurea.

Il Corso di Laurea in Scienze Fisiche ha durata triennale. Le attività formative sono svolte in maniera convenzionale e organizzate in semestri. Le date di inizio dei semestri sono fissate dal calendario didattico.

Il semestre è concluso dal periodo dedicato alle prove di esame o di verifica.

## **7. Verifiche dell'apprendimento ed accreditamento dei CFU**

Ciascun insegnamento si conclude con un esame la cui valutazione viene espressa in trentesimi con eventuale lode. Il superamento dell'esame comporta l'attribuzione dei crediti dell'insegnamento. Le date di esame sono fissate dal calendario didattico.

## **8. Propedeuticità e limitazioni dell'iscrizione.**

Non sono previste propedeuticità. Le modalità di immatricolazione e iscrizione al Corso di Studio, nonché la validità o eventuale decadenza dei crediti formatici acquisiti, sono regolamentate dall'art. 25 del Regolamento Didattico di Ateneo.

## **9. Prova finale per il conseguimento del titolo**

Consisterà nella presentazione di un elaborato scritto, predisposto in autonomia dallo studente, e riguarderà un argomento specialistico relativo ad uno degli insegnamenti svolti o un progetto individuale relativo all'attività di laboratorio o di tirocinio. L'elaborato per la prova finale verrà discusso in seduta pubblica, davanti ad un'apposita Commissione.

Il voto di laurea, che è espresso in centodelimi con eventuale lode, deve esprimere una valutazione della prova finale, del curriculum dello studente, e della preparazione e maturità scientifica da lui raggiunta al termine del corso di laurea.

Le date degli esami di laurea (non meno di tre appelli per anno) saranno fissate dal calendario didattico, conformemente a quanto previsto dal Regolamento Didattico di Ateneo.

## **10. Struttura del corso di laurea**

Il Corso di Laurea in Scienze Fisiche prevede un unico indirizzo di carattere generale.

L'attività di formazione svolta nell'ambito del Corso di Laurea in Scienze Fisiche prevede, come indicato nell'Ordinamento (Tabella A):

- 63 CFU per attività formative di base, suddivisi in 33 CFU per discipline matematiche e informatiche, 6 CFU per discipline chimiche e 24 CFU per discipline fisiche;
- 75 CFU per attività formative caratterizzanti, suddivisi in 30 CFU nell'ambito Sperimentale e applicativo, 24 CFU nell'ambito Teorico e dei fondamenti della fisica, 15 CFU nell'ambito Microfisico e della struttura della materia, 6 CFU nell'ambito Astrofisico, geofisico e spaziale;
- 18 CFU per attività formative affini e integrative;
- 24 CFU per altre attività formative (D.M. 270, art.10, comma 5), di cui 6 CFU per la prova finale (art.10, comma 5, lettera c), 3 CFU per la conoscenza di una lingua straniera (art.10, comma 5, lettera c), 3 CFU per le attività di cui all'art.10, comma 5, lettera d, ed i restanti 12 CFU per materie a scelta.

## **11. Attività formative**

Il Corso di Laurea in Scienze Fisiche comprenderà le seguenti attività formative:

### Attività formative di base (63 CFU in totale):

- Fisica I (FIS/01), 12 CFU;  
Analisi Matematica I (MAT/05), 12 CFU;  
Geometria e Algebra (MAT/03), 9 CFU;  
Chimica I (CHIM/03), 6 CFU;  
Fisica II (FIS/01), 12 CFU;  
Analisi Matematica II (MAT/05), 12 CFU.

### Attività formative caratterizzanti (75 CFU in totale)

- Laboratorio di Fisica I (FIS/01), 12 CFU;  
Laboratorio di Fisica II (FIS/01,FIS/07), 12 CFU;

Meccanica Analitica, Relativistica e Statistica (FIS/02), 12 CFU;  
Meccanica Quantistica (FIS/02), 12 CFU;  
Struttura della Materia (FIS/03), 9 CFU;  
Laboratorio di Fisica Moderna (FIS/01), 6 CFU;  
Fisica Nucleare e delle Particelle (FIS/04), 6 CFU;  
Astronomia (FIS/05), 6 CFU.

Attività formative affini e integrative (18 CFU in totale)

Informatica e Programmazione (INF/01), 6 CFU;  
Metodi Numerici (MAT/05), 6 CFU;  
Chimica II (CHIM/03), 6 CFU.

Altre attività formative (24 CFU in totale)

Conoscenza di una lingua straniera (art.10, comma 5, lettera c): Lingua Inglese, 3 CFU;  
A scelta dallo studente (art.10, comma 5, lettera a), 12 CFU;  
Prova finale (art.10, comma 5, lettera c), 6 CFU;  
Attività formative art.10, comma 5, lettera d\*, 3 CFU.

---

\* Attività formative volte ad acquisire abilità informatiche e telematiche, relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, nonché attività formative volte ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso.

## 12. Ordinamento

L'ordinamento del Corso di Laurea in Scienze Fisiche è riportato nella seguente Tabella A.

**Tabella A (Ordinamento)**

Tipo di attività	LAUREA DI I° LIVELLO		SSD	CFU
	Moduli			
1° Anno	Fisica I		FIS/01	12
	Analisi Matematica I		MAT/05	12
	Geometria e Algebra		MAT/03	9
	Chimica I		CHIM/03	6
	1b) Caratterizzanti	Laboratorio di Fisica I	FIS/01	12
	5b) Affini	Informatica e Programmazione	INF/01	6
	5a) A scelta studente			
	5c) Elaborato/Lingue	Lingua Inglese		3
	5d) Altre attività			
	TOTALI			60
2° Anno	1a) Di base	Analisi Matematica II C.I. Fisica II	MAT/05 FIS/01	12 12
	1b) Caratterizzanti	Laboratorio di Fisica II C.I. Meccanica Analitica, Relativistica e Statistica	FIS/01, FIS/07 FIS/02	12 12
	5b) Affini	Metodi Numerici	MAT/05	6
	5a) A scelta studente	S1		6
	5c) Elaborato/Lingue			
	5d) Altre attività			
	TOTALI			60
	1a) Di base			
	1b) Caratterizzanti	Meccanica Quantistica C.I. Struttura della Materia Laboratorio di Fisica Moderna Fisica nucleare e delle Particelle Astronomia	FIS/02 FIS/03 FIS/01 FIS/04 FIS/05	12 9 6 6 6
	5b) Affini	Chimica II	CHIM/03	6
3° Anno	5a) A scelta studente	S2		6
	5c) Elaborato/Lingue	Elaborato finale (Tesi) I livello		6
	5d) Altre attività			3
	TOTALI			60
<b>GRAN TOTALI</b>				<b>180</b>

**13.** Nella seguente Tabella B è riportata l'articolazione in moduli e la distribuzione delle attività formative nei semestri per i tre anni del Corso di Laurea.

**TABELLA B**

<b>I ANNO</b>				
<b>I Semestre</b>			<b>II Semestre</b>	
<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>		<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>
<b>Analisi Matematica I</b>	<b>6</b>		<b>Analisi Matematica I</b>	<b>6</b>
<b>Fisica I</b>	<b>6</b>		<b>Fisica I</b>	<b>6</b>
<b>Geometria e Algebra</b>	<b>6</b>		<b>Geometria e Algebra</b>	<b>3</b>
<b>Laboratorio di Fisica I</b>	<b>6</b>		<b>Laboratorio di Fisica I</b>	<b>6</b>
<b>Informatica e Programmazione</b>	<b>6</b>		<b>Chimica I</b>	<b>6</b>
			<b>Lingua Inglese</b>	<b>3</b>
<b>Totale</b>	<b>30</b>		<b>Totale</b>	<b>30</b>

  

<b>II ANNO</b>				
<b>I Semestre</b>			<b>II Semestre</b>	
<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>		<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>
<b>Analisi complessa ed Equazioni differenziali*</b>	<b>6</b>		<b>Calcolo differenziale ed integrale di più variabili*</b>	<b>6</b>
<b>Fisica II</b>	<b>6</b>		<b>Fisica II</b>	<b>6</b>
<b>Esperienze di Elettromagnetismo ed Ottica**</b>	<b>6</b>		<b>Circuiti Elettrici**</b>	<b>6</b>
<b>Meccanica Analitica, Relativistica e Statistica</b>	<b>6</b>		<b>Meccanica Analitica, Relativistica e Statistica</b>	<b>6</b>
<b>Materia a scelta S1</b>	<b>6</b>		<b>Metodi Numerici</b>	<b>6</b>
<b>Totale</b>	<b>30</b>		<b>Totale</b>	<b>30</b>

  

<b>III ANNO</b>				
<b>I Semestre</b>			<b>II Semestre</b>	
<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>		<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>
<b>Introduzione alla Meccanica quantistica ***</b>	<b>6</b>		<b>Atomo di idrogeno e Calcolo delle perturbazioni ***</b>	<b>6</b>
<b>Struttura della Materia</b>	<b>3</b>		<b>Struttura della Materia</b>	<b>6</b>
<b>Laboratorio di Fisica moderna</b>	<b>6</b>		<b>Chimica II</b>	<b>6</b>
<b>Fisica Nucleare e delle Particelle</b>	<b>6</b>		<b>Materia a scelta S2</b>	<b>6</b>
<b>Astronomia</b>	<b>6</b>		<b>Elaborato finale</b>	<b>6</b>
<b>Altre attività (tirocinio)</b>	<b>3</b>			
<b>Totale</b>	<b>30</b>		<b>Totale</b>	<b>30</b>

\* Moduli dell'insegnamento ANALISI MATEMATICA II C.I.

- Analisi complessa ed Equazioni differenziali

- Calcolo Differenziale ed Integrale di più variabili

\*\* Moduli dell'insegnamento LABORATORIO DI FISICA II C.I.

- Esperienze di Elettromagnetismo ed Ottica
- Circuiti Elettrici

\*\*\* Moduli dell'insegnamento MECCANICA QUANTISTICA C.I.

- Introduzione alla Meccanica quantistica
- Atomo di idrogeno e Calcolo delle perturbazioni

Costituiscono insegnamenti i seguenti gruppi di moduli riportati nella seguente Tabella C, con indicati i programmi di massima e le modalità di esame dei singoli insegnamenti:

### TABELLA C

#### I ANNO

Insegnamento	Programma di massima	Modalità esame
<b>Analisi Matematica I</b>	( 6CFU I semestre + 6 CFU II semestre) Teoria degli insiemi - Insiemi numerici, con particolare riguardo ai numeri reali e alla loro completezza - Numeri complessi - Successioni di numeri reali - Funzioni di variabile reale e funzioni elementari - Limiti di funzioni e di successioni - Proprietà delle funzioni continue. Calcolo differenziale per funzioni di una variabile: teoremi e applicazioni - Formula di Taylor ed applicazioni - Integrali indefiniti (esistenza di primitive, metodi di integrazione) - Integrale di Riemann e teorema fondamentale del calcolo - Integrali impropri - Serie numeriche.	Scritto e orale
<b>Geometria e Algebra</b>	(6 CFU I semestre + 3 CFU II semestre) Spazi vettoriali - Applicazioni lineari - Forme - Dualità - Matrici e determinanti - Sistemi di equazioni lineari - Diagonalizzazione di una matrice quadrata - Teorema di Hamilton-Cayley - Teoria spettrale euclidea ed hermitiana - Spazi vettoriali euclidei - Spazi unitari. Le coniche come luogo geometrico (circonferenza, ellisse, iperbole, parabola) - Teoria generale delle coniche e riduzione alla forma canonica - Sistemi di coordinate (polari, cilindriche, sferiche) - Linee e superfici nello spazio - Cenni alle quadriche.	Scritto e orale
<b>Fisica I</b>	(6 CFU I semestre + 6 CFU II semestre) La schematizzazione di punto materiale; cinematica del punto materiale; interazioni fondamentali e loro rappresentazione mediante forze; le leggi fondamentali della dinamica del punto; leggi di conservazione; oscillazioni armoniche, risonanza. Sistemi di molti punti materiali; centro di massa; momento della quantità di moto; La schematizzazione di corpo rigido; dinamica e statica del corpo rigido; proprietà elastiche dei solidi. Meccanica dei fluidi; propagazione delle deformazioni; onde elastiche trasversali e longitudinali. Proprietà termiche della materia; leggi dei gas; calore ed energia termica; il primo principio della termodinamica; trasformazioni cicliche ed il secondo principio della termodinamica; entropia; teoria cinetica dei gas; interpretazione microscopica delle grandezze e dei processi termodinamici.	Scritto e orale
<b>Informatica e Programmazione</b>	Elementi di architettura di computer e dei sistemi operativi. Studio ed uso del linguaggio di programmazione	Prova pratica e orale
<b>Laboratorio di Fisica 1</b>	(6 CFU I semestre + 6 CFU II semestre) Teoria degli errori: errori sistematici e casuali e loro propagazione. Trattazione statistica degli errori casuali e distribuzioni di probabilità. Rappresentazione grafica dei dati sperimentali e degli errori associati. Metodo dei minimi quadrati e curve di best-fit. Esperienze di laboratorio di cinematica e dinamica traslazionale e rotazionale. Esperienza di laboratorio sulle onde elastiche. Esperienze di laboratorio di termodinamica (dilatazione termica, calorimetro, leggi dei gas).	Relazioni e orale
<b>Chimica I</b>	<i>Termodinamica chimica:</i> primo e secondo principio della termodinamica - cenni, applicazioni a sistemi chimici. <i>Chimica generale:</i> atomi e teoria atomica. tavola periodica. legame chimico. composti chimici. reazioni chimiche. cinetica chimica. proprietà delle soluzioni – equilibrio chimico – acidi e basi. solubilità. elettrochimica. <i>Elementi di chimica inorganica:</i> idrogeno e i gas dell'atmosfera; metalli, non-metalli, elementi di transizione e composti di coordinazione. <i>Elementi di chimica organica:</i>	Orale

	principali classi di composti e gruppi funzionali. <i>Radioattività</i> : cenni di chimica nucleare e radiochimica	
<b>Lingua Inglese</b>	Lettura e traduzione di testi scientifici. Conversazione su argomenti scientifici.	Colloquio

## II ANNO

Insegnamento	Programma di massima	Modalità esame
<b>Analisi Matematica II</b>	(6 CFU I semestre) Spazi topologici, metrici ed euclidei - Successioni e serie di funzioni - Serie di potenze - Serie di Taylor - Calcolo differenziale per funzioni di più variabili - integrali multipli secondo Riemann – Curve in $R^3$ - Integrali curvilinei. (6 CFU II semestre) Campi vettoriali - Forme differenziali - Superfici in $R^3$ - Integrali di superficie - Equazioni differenziali ordinarie - Funzioni di variabile complessa ed elementi di integrazione complessa (teorema di Cauchy e teorema dei residui). Serie di Fourier e trasformata di Fourier.	Scritto e orale
<b>Fisica II</b>	(6 CFU I semestre + 6 CFU II semestre) Leggi fondamentali dell'elettrostatica e le loro applicazioni (carica elettrica, campo e potenziale elettrostatico). Materiali conduttori, dielettrici e conduttori in condizioni non stazionarie (correnti, effetto Joule, circuiti RC). Interazione tra cariche in moto, campi magnetici statici, forza di Lorentz. Campi magnetici variabili, teoremi di induzione ed equazioni di Maxwell. Dipolo magnetico e proprietà magnetiche della materia. Propagazione del campo elettromagnetico nel vuoto e nei mezzi conduttori e dielettrici. Onde elettromagnetiche e cenni di ottica geometrica.	Scritto e orale
<b>Meccanica Analitica, Relativistica e Statistica</b>	(6 CFU I semestre) Equazioni del moto, leggi conservazione. Principio di minima azione, forma lagrangiana delle equazioni del moto. Simmetrie e principi di conservazione. Meccanica corpi rigidi. Moto in campo centrale e oscillazioni. Hamiltoniana, equazioni canoniche. Principio di relatività, trasformazioni di Lorentz , 4-momento. Principio di minima azione in relatività, elettromagnetismo. (6 CFU II semestre) Probabilità, valori medi. Spazio delle fasi, funzioni di distribuzione. Distribuzione di Poisson. Insiemi Statistici: microcanonico, canonico, grancanonico; connessione con la termodinamica.	Scritto e orale
<b>Laboratorio di Fisica II</b>	(6 CFU I Semestre + 6 CFU II Semestre) Principi di funzionamento della strumentazione per misure elettriche. Circuiti passivi in corrente continua ed alternata. Cenni sugli amplificatori lineari. Esperienze di laboratorio: misura della resistenza interna di un alimentatore di tensione; studio di circuiti RC ed RLC in regime impulsivo e in regime sinusoidale; misura della capacità elettrica; misura della forza di Lorentz; misura della resistività di conduttori elettrici; determinazione delle figure di diffrazione da una fenditura; misura dell'angolo di Brewster.	Relazioni e orale
<b>Metodi numerici</b>	Metodi iterativi per la risoluzione di Equazioni non-lineari. Integrazione numerica. Metodi numerici per la risoluzione di equazioni differenziali. Metodi numerici per la risoluzione di sistemi di equazioni lineari. Introduzione alla simulazione numerica di processi fisici. Introduzione ai principi e alle tecniche del calcolo parallelo.	Prova pratica e orale

### III ANNO

Insegnamento	Programma di massima	Modalità esame
<b>Meccanica Quantistica</b>	(6 CFU I semestre + 6 CFU II semestre) Teoria di De Broglie, funzione d'onda , principio di sovrapposizione. Metodi matematici per la meccanica quantistica. Equazione di Schroedinger: stati stazionari, particella libera. Principio di indeterminazione e misura in Meccanica Quantistica. Potenziali unidimensionali. Evoluzione temporale e costanti del moto. Oscillatore armonico. Momento angolare e spin. Potenziali centrali. Perturbazioni indipendenti e dipendenti dal tempo.	Scritto e orale
<b>Struttura della Materia</b>	(3 CFU I semestre + 6 CFU II semestre) Proprietà generali delle strutture cristalline. Natura dei legami nei cristalli. Scattering anelastico di particelle e vibrazioni reticolari. Modello di Debye, modello di Einstein. Modello degli elettroni liberi. Distribuzione di Fermi-Dirac. Gas di elettroni in presenza di un campo elettrico. Diamagnetismo e paramagnetismo. Teoria delle bande. Conduttori ed Isolanti. Interazione con la radiazione e.m. Gap di energia, eccitoni, spettri ai raggi X. Stati di un Sistema Ideale. Entropia e Temperatura. Distribuzione di Boltzmann ed energia libera di Helmholtz. Gas ideali. Irraggiamento termico e distribuzione di Planck. Potenziale chimico e distribuzione di Gibbs. Gas perfetti. Funzione di distribuzione di Fermi-Dirac. Gas di Fermi e gas di Bose. Temperatura di condensazione di Einstein. Quasiparticelle e superfluidità. Temperatura negativa.	Scritto e orale
<b>Laboratorio di Fisica Moderna</b>	Descrizione fenomenologica della radiazione di corpo nero: legge di Wien, legge di Stefan-Boltzmann. Legge di Planck. Effetto fotoelettrico e teoria di Einstein sulla quantizzazione della radiazione elettromagnetica. Spettro di atomi idrogenoidi, modello di Bohr dell'atomo di idrogeno, derivazione delle orbite stazionarie e dei livelli energetici. Effetto Hall e determinazione della carica dei portatori. Esperienze di laboratorio per la rivelazione dei processi fisici sopra descritti e la determinazione di grandezze fisiche relative.	Relazioni e orale
<b>Fisica Nucleare e delle Particelle</b>	Metodi di rivelazione. Processi di diffusione e di decadimento. Proprietà dei nuclei atomici. Statistica dei nuclei. Modelli nucleari. Decadimenti nucleari: sistematica dei decadimenti $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ . Forze nucleari, spin isotopico. Mesoni e pioni. Costanti di accoppiamento delle interazioni fondamentali. Leptoni e adroni. Simmetrie e loro violazioni. Teorema CPT e sue conseguenze. Classificazione e struttura degli adroni.	Orale
<b>Astronomia</b>	Astronomia sferica, posizionale, misura del tempo. Meccanica celeste. Osservazioni astronomiche; rivelatori dal radio ai gamma. Cenni a raggi cosmici ed onde gravitazionali. Meccanismi di radiazione. Sistema solare. Spettroscopiastellare e diagramma di Hertzsprung-Russell. Struttura ed evoluzione stellare. Il Sole. Stelle compatte. Mezzo interstellare. Raggi cosmici. Ammassi stellari. Classificazione, struttura, evoluzione e fisica delle galassie. Gruppi, ammassi e superammassi di galassie. Osservazioni e modelli cosmologici. Problema della massa e dell'energia oscura.	Tesina e orale
<b>Chimica II</b>	Legame chimico. Approssimazione Hartree-Fock. Combinazione lineare di orbitali atomici. Equazioni di Roothan. Gruppi punto e loro rappresentazione. Simmetria delle molecole in relazione con gli orbitali molecolari. Orbitali di frontiera. Composti di coordinazione di metalli di transizione. Molecole di interesse biologico. Reazioni redox ed elettrochimica. Elettroliti a stato solido. Catalisi e meccanismi di reazione.	Orale

#### **14. Norme transitorie**

Gli esami sostenuti secondo l'ordinamento 509/99 della Laurea in Fisica, o Scienze Fisiche, o nella laurea in Fisica secondo ordinamenti ad esso previgenti, potranno essere riconosciuti ai fini del passaggio al nuovo ordinamento, previa delibera del CISF su proposta dello studente interessato.

#### **15. Piani di studi, trasferimenti e tirocini**

Sono delegati alla Giunta del CISF i seguenti compiti:

1. l'esame dei piani di studio individuali, il riconoscimento di crediti pregressi, acquisiti presso altre strutture anche non universitarie (domande di trasferimento) e il riconoscimento degli studi compiuti all'estero;
2. l'organizzazione del tirocinio e delle attività di apprendimento esterne alla struttura del Dipartimento di Scienze Fisiche ed Astronomiche e la valutazione dei relativi apprendimenti.