

Il Corso di Laurea in Fisica

Finalità del corso

È noto che il contributo dei fisici è da sempre essenziale per il progresso scientifico e gli avanzamenti tecnologici. Il motivo di ciò non va solo e banalmente ricercato nelle scoperte che la Fisica ha compiuto e continua a compiere, ma anche e soprattutto nel metodo scientifico di indagine che tutti i fisici (non solo quei pochi che compiono le grandi scoperte) sistematicamente applicano nell'affrontare i problemi che sono chiamati a risolvere, spesso anche in contesti esterni alla Fisica.

Il metodo scientifico di indagine tipico della Fisica consiste in uno stimolante susseguirsi di: osservazione accurata e riproducibile del fenomeno in studio, schematizzazione ed enucleazione dei fatti fondamentali, costruzione di un modello del fenomeno in esame (quasi sempre su basi matematiche), risoluzione formale del modello e infine verifica sperimentale (che può voler dire anche smentita) della coerenza fra il modello introdotto e il fenomeno esaminato. La necessità di saper schematizzare modelli, compiere (o quanto meno analizzare) le ineludibili verifiche sperimentali e trarne le conclusioni oggettive, richiede, da una parte, buone conoscenze teoriche nel campo della Fisica e della Matematica, capacità di sintesi e di logica, dall'altra, padronanza di tecniche di laboratorio e di analisi dati. Queste doti, spesso presenti nel laureato in Fisica, fanno di lui un ideale "solutore di problemi".

È compito del Corso di Laurea aiutare gli studenti a sviluppare ed affinare questa corretta attitudine mentale, stimolando lo studente fin dal primo anno di corso sia con conoscenze teoriche sia con l'apprendimento di tecniche sperimentali di laboratorio. Per questo motivo, il Corso di Laurea in Fisica presenta una didattica strutturata sia in corsi a carattere teorico (con esercitazioni numeriche), intesi a fornire le competenze di base in Fisica classica e moderna e in Matematica, sia in corsi di laboratorio, mirati a fornire le tecniche di indagine sperimentale e di elaborazione dei dati (via via più sofisticate nel corso dei tre anni).

La preparazione dei laureati italiani in Fisica è sempre stata di livello molto elevato ed ha assicurato ad essi una facile collocazione nel mondo del lavoro, sempre adeguata alle loro capacità e conoscenze. Negli ultimi anni sono sempre di più i fisici che danno il loro contributo, oltre che nel mondo della ricerca fisica di base, anche in svariati altri campi della scienza e delle applicazioni, al cui sviluppo essi contribuiscono mediante il loro apporto metodologico: la scienza e il controllo dell'ambiente, l'informatica, l'economia, le tecniche di indagine diagnostica e di terapia medica, le indagini storiche e le tecniche di conservazione nel campo dei beni culturali.

In altre parole, non solo per il laureato in Fisica non esiste il problema della disoccupazione, ma esso trova impiego nei campi più vari e in tutti questi riesce a rendersi prezioso e a farsi apprezzare per le sue specificità.

Qui nel seguito viene riportato il Manifesto del Corso di Laurea in Fisica per l'anno accademico 2008-2009, che contiene tutte le informazioni riguardo alla organizzazione didattica.

Si ricorda infine che, a partire dall'anno accademico 2004-2005, è stata attivata la Laurea Specialistica in Scienze Fisiche e Astrofisiche, con vari tipi di curriculum (Astrofisica, Fisica Teorica, Fisica Nucleare e Subnucleare, Fisica della Materia, Fisica Applicata, Elettronico-Cibernetico-Tecnologico, Tecnologie Ottiche e Tecnologie Spaziali).

Università degli Studi di Firenze
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Manifesto degli Studi del Corso di Laurea in Fisica
Anno accademico 2008-2009

1. Denominazione, classe di appartenenza e curricula

È istituito presso l'Università degli Studi di Firenze, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, il Corso di Laurea in Fisica con i curricula di "Scienze Fisiche" e di "Tecnologie Fisiche". Il Corso di Laurea appartiene alla classe XXV, Scienze e Tecnologie Fisiche.

Il Corso ha la durata normale di 3 anni. Di norma l'attività dello studente corrisponde al conseguimento di 60 crediti all'anno. Lo studente che abbia comunque ottenuto 180 crediti adempiendo a tutto quanto previsto dall'Ordinamento, può conseguire il titolo anche prima della scadenza triennale.

Nell'anno accademico 2008-2009, a seguito della riforma dei Corsi di Studio in applicazione al Decreto Ministeriale 270/04, non viene attivato il I anno del Corso di Laurea.

2. Obiettivi formativi, profilo culturale e professionale, sbocchi professionali

Come risulta dall'Ordinamento Didattico del Corso di Laurea in Fisica allegato al Regolamento Didattico di Ateneo, gli obiettivi formativi dei due curricula del Corso di Laurea, il profilo culturale e professionale previsto per i laureati in Fisica e i possibili sbocchi professionali sono i seguenti:

• **Obiettivi formativi**

Gli obiettivi formativi del Corso di Laurea in Fisica consistono nel fornire:

- una solida preparazione di base che consenta al laureato in Fisica sia di perfezionare le sue capacità scientifiche e professionali in corsi di studi di secondo livello sia di inserirsi in attività lavorative che richiedono familiarità con il metodo scientifico;
- una mentalità aperta e flessibile, predisposta al rapido apprendimento di metodi di indagine e di tecnologie innovative, e la capacità di utilizzare attrezzature complesse.

In particolare, il Corso di Laurea in Fisica, mediante attività formative appositamente previste, ha il fine di preparare laureati che possiedano :

- una buona conoscenza di base dei diversi settori della Fisica classica e moderna;
- familiarità con il metodo scientifico di indagine e con la sua applicazione alla rappresentazione e alla modellizzazione della realtà fisica;
- competenze operative e di laboratorio;
- comprensione e capacità di utilizzare strumenti matematici ed informatici adeguati;
- capacità 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;

- capacità di utilizzare efficacemente la lingua inglese nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali;
- adeguate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione;
- capacità di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

Ai fini indicati il Corso di Laurea in Fisica prevede attività formative intese a fornire :

- conoscenze di base di algebra, geometria, calcolo differenziale e integrale;
- conoscenze di base di chimica e informatica;
- conoscenze fondamentali di fisica classica, fisica teorica e meccanica quantistica e delle loro basi matematiche;
- conoscenze di base di fisica moderna relative alla elettronica, alla struttura della materia, alla fisica nucleare e subnucleare e, per il curriculum Scienze Fisiche, anche alla meccanica statistica e all'astrofisica;
- conoscenze di metodiche sperimentali, di misura e di elaborazione dei dati acquisite in corsi di laboratorio;
- esperienza nella soluzione numerica di problemi di fisica.

I due curricula si differenziano al III anno. Il curriculum "Scienze Fisiche" prevede attività formative necessarie per fornire conoscenze di base relative alla meccanica statistica e all'astrofisica nonché un ulteriore approfondimento di meccanica quantistica. Il curriculum "Tecnologie Fisiche" prevede ulteriori attività formative di laboratorio e di approfondimento fenomenologico in varie discipline della fisica moderna.

- **Profilo culturale e professionale:**

Al completamento del corso di studio il laureato in Fisica avrà acquisito conoscenze teoriche e sperimentali di base, con approfondimenti nei settori relativi al curriculum prescelto. In particolare, avrà sviluppato la capacità di individuare e schematizzare gli elementi essenziali di un processo o di una situazione, di elaborare un modello fisico adeguato e di verificarne la validità.

A questo scopo, il laureato deve aver acquisito una buona conoscenza teorica, la capacità di valutare gli ordini di grandezza delle quantità fisiche del processo in esame e di intuire le analogie strutturali in situazioni diverse così da poter adattare al problema di interesse soluzioni sviluppate in contesti fenomenologici differenti. Sul piano sperimentale, il laureato in Fisica deve essere in grado di organizzare il programma di misura, di saper raccogliere e analizzare i dati, di valutare le incertezze di misura stimando i diversi contributi sistematici e aleatori.

- **Sbocchi professionali:**

Le competenze acquisite consentono al laureato in Fisica di trovare collocazione in una vasta gamma di aree produttive per svolgere attività professionali che richiedono una adeguata conoscenza della Fisica e delle sue metodologie, curando attività di modellizzazione e analisi e le relative implicazioni fisiche e informatiche.

Alcuni esempi di sbocchi professionali sono:

- i settori di ricerca e sviluppo delle industrie più tecnologicamente avanzate, con particolare riguardo a quelle di elettronica, ottica, optoelettronica e spaziale;
- i laboratori di fisica in generale, e, in particolare, di radioprotezione, di diagnostica e terapia medica, di analisi di materiali di interesse storico e artistico, di acquisizione ed elaborazione di dati ambientali;

- gli enti preposti al controllo ambientale;
- i settori tecnico-commerciali del terziario relativo all'impiego di tecnologie informatiche.

La formazione del laureato in Fisica è altresì mirata al suo inserimento, dopo ulteriori periodi di istruzione e di addestramento (Laurea Specialistica, Scuole di Specializzazione), in attività di ricerca scientifica o tecnologica a livello avanzato, di fisica sanitaria nell'ambito del servizio sanitario nazionale, di fisica ambientale e in attività di insegnamento della Fisica e di diffusione della cultura scientifica.

3. Ordinamento e Regolamento del Corso di Laurea: insegnamenti e altre attività formative e crediti ad essi attribuiti

Il quadro generale delle attività formative è riportato nell'Ordinamento Didattico allegato al Regolamento Didattico di Ateneo.

La tabella dei corsi, comprensiva delle informazioni riguardo ai crediti associati ad ogni corso e del settore disciplinare è riportata nel Regolamento Didattico del Corso di Laurea in Fisica.

Il Regolamento del Corso di Laurea in Fisica riporta inoltre le norme generali riguardo alla conoscenza della lingua straniera, la prova finale, il conseguimento del titolo, i piani di studi individuali, le unità didattiche, le propedeuticità, il tutorato, l'orientamento, il supporto didattico, il riconoscimento dei crediti, gli obblighi di frequenza, le modalità della didattica e della valutazione e la verifica della efficacia didattica. Il Regolamento rimanda a questo Manifesto per l'attuazione particolareggiata dell'organizzazione didattica, in accordo ai principi generali definiti.

In questo paragrafo vengono riportate sinteticamente solo le informazioni essenziali sull'organizzazione didattica: il Corso di Laurea è basato su attività formative relative a sei tipologie: a) di base, b) caratterizzanti, c) affini o integrative, d) autonome, e) per la prova finale e per la conoscenza della lingua straniera e f) per ulteriori conoscenze linguistiche, informatiche, relazionali ed utili all'inserimento nel mondo del lavoro. Ad ogni tipologia sono assegnati un numero di crediti formativi universitari (CFU), per un totale complessivo di 180 crediti nel corso dei tre anni. Gli insegnamenti sono di norma organizzati in unità didattiche "trimestrali".

Il quadro riassuntivo degli insegnamenti previsti per il secondo e il terzo anno di corso, unici attivi nell'anno accademico 2008-2009, è mostrato in Tabella 1.

Tab.1 - Quadro riassuntivo degli insegnamenti.

Primo Anno – Non attivato

Secondo Anno

<i>Titolo Insegnamento</i>	<i>Tip.</i>	<i>Curriculum</i>	<i>CFU</i>	<i>Sett. disciplin.</i>
Analisi matematica IIB	c	SF/TF	+6	MAT/05
Metodi matematici	b	SF/TF	6	FIS/02
Campi elettromagnetici stazionari + Onde elettromagnetiche	b	SF/TF	6+6	FIS/01
Relatività/Ottica/Quanti	b	SF/TF	6	FIS/01
Esperimentazioni IIA + IIB + IIC	b	SF/TF	6+6+6	FIS/01
Meccanica analitica	c	SF/TF	6	MAT/07
Informatica complementi	f	SF/TF	+3	INF/01
Tecniche computazionali I	f	SF/TF	3	

Terzo Anno (Curriculum Scienze Fisiche)

<i>Titolo Insegnamento</i>	<i>Tip.</i>	<i>Curriculum</i>	<i>CFU</i>	<i>Sett. Disciplin.</i>
Meccanica quantistica	b	SF	6	FIS/02
Appl. di meccanica quantistica	b	SF	6	FIS/02
Struttura della materia	b	SF	6	FIS/03
Fisica nucleare e subnucleare	b	SF	6	FIS/04
Fisica statistica	b	SF	3	FIS/01
Istituzioni di astrofisica	b	SF	3	FIS/05
Esperimentazioni IIIA	b	SF	3	FIS/01
Esperimentazioni IIIB	b	SF	3	FIS/05
Tecniche computazionali II	f	SF	3	
<i>un corso a scelta tra</i>				
Istituzioni di astrofisica teorica	b	SF	3	FIS/02
Meccanica statistica	b	SF	3	FIS/02
<i>un corso a scelta tra</i>				
Complementi di analisi	c	SF/TF	3	MAT/05
Complementi di chimica II	c	SF/TF	3	CHIM/03
Complementi di geometria	c	SF/TF	3	MAT/03
Applicazioni di meccanica analitica	c	SF/TF	3	MAT/07
<i>9 CFU (tipologia d) a scelta dello studente</i>				

Terzo Anno (Curriculum Tecnologie Fisiche)

<i>Titolo Insegnamento</i>	<i>Tip.</i>	<i>Curriculum</i>	<i>CFU</i>	<i>Sett. Disciplin.</i>
Ist. di meccanica quantistica	b	TF	6	FIS/02
Ist. di struttura della materia	b	TF	6	FIS/03
Ist. fisica nucleare e subnucleare	b	TF	6	FIS/04
Tecniche computazionali III	f	TF	3	
Laboratorio di elettronica	b	TF	6	FIS/01
Tecnologie spaziali	b	TF	6	FIS/05
<i>due corsi a scelta tra</i>				
Dispositivi a semiconduttore	b	TF	6	FIS/01
Laser e applicazioni	b	TF	6	FIS/01
Tecnologie fisiche per i beni culturali	b	TF	6	FIS/07
Tecniche di rivelatori per radiazioni ionizzanti	b	TF	6	FIS/01
<i>9 CFU (tipologia d) a scelta dello studente</i>				

Nella tabella è riportato il curriculum (SF=Scienze Fisiche, TF=Tecnologie Fisiche), la tipologia e il settore disciplinare o i settori disciplinari corrispondenti ai crediti. Gli insegnamenti organizzati in moduli sono riconoscibili dalla presenza di una somma nel numero di crediti assegnati. Si noti che gli insegnamenti di *Informatica complementi* e *Analisi matematica IIB* sono il secondo modulo di insegnamenti (*Informatica di base* e *Analisi matematica IIA*) svolti al primo anno di corso e non più attivati. **Per completare i 60 crediti del terzo anno di corso sono previsti 6 crediti per la prova finale di laurea.**

4. Piani di studio individuali e percorsi di studio consigliati

È facoltà dello studente presentare un **Piano di studio individuale**. Tale Piano, da presentarsi entro il 30 novembre di ogni anno, deve comunque soddisfare ai requisiti previsti dalla Classe delle Lauree nelle Scienze e Tecnologie Fisiche. Il Piano di studio

individuale è soggetto ad approvazione da parte del Consiglio di Corso di Laurea, che deve fornire la risposta entro il mese di dicembre. Qualora lo studente dei primi due anni di corso non presenti entro novembre il Piano di studio individuale si assume che egli accetti i **Percorsi di studio consigliati** dal Corso di Laurea, mostrati nella Tab.1.

All'atto dell'iscrizione al terzo anno di corso lo studente indica la scelta del curriculum. Lo studente iscritto al terzo anno del curriculum Scienze Fisiche deve necessariamente formalizzare le seguenti scelte (vedi Tab.1):

- un corso a scelta tra *Meccanica statistica* e *Istituzioni di astrofisica teorica*;
- un corso a scelta tra i corsi di tipologia c): *Complementi di analisi*, *Complementi di chimica II*, *Complementi di geometria*, *Applicazioni di meccanica analitica*.

Per quanto riguarda i 9 crediti a scelta di tipologia d), fermo restando che lo studente può presentare un piano di studio individuale che indichi corsi di suo interesse non menzionati in questo Manifesto, il Corso di Laurea garantisce l'approvazione di percorsi che esauriscano i 9 crediti sui seguenti insegnamenti, che saranno organizzati senza sovrapposizioni fra di loro né con gli altri corsi istituzionali:

- il corso rimanente tra *Meccanica statistica* e *Istituzioni di astrofisica teorica* (suggerito);
- i corsi rimanenti di: *Complementi di analisi*, *Complementi di chimica II*, *Complementi di geometria*, *Applicazioni di meccanica analitica*;
- uno a scelta dei corsi di tecnologie: *Dispositivi a semiconduttore*, *Laser e applicazioni*, *Tecnologie fisiche per i beni culturali*, *Tecnologie spaziali*, *Tecniche di rivelatori per radiazioni ionizzanti*;
- il corso di *Laboratorio di elettronica* (consigliato agli studenti interessati ai curricula "Elettronico, cibernetico e tecnologico" e "Tecnologie Spaziali" del Corso di Laurea Specialistica in Scienze Fisiche e Astrofisiche).

Lo studente di Scienze Fisiche può inoltre, presentando il piano di studio individuale, sostituire i seguenti corsi:

- *Istituzioni di struttura della materia* al posto di *Struttura della materia*;
- *Istituzioni di fisica nucleare e subnucleare* al posto di *Fisica nucleare e subnucleare*;
- *Tecniche computazionali III* al posto di *Tecniche computazionali II*.

Lo studente iscritto al terzo anno del curriculum Tecnologie Fisiche deve necessariamente formalizzare le seguenti scelte (vedi Tab.1):

- due corsi di tecnologie a scelta tra *Dispositivi a semiconduttore*, *Laser e applicazioni*, *Tecnologie fisiche per i beni culturali*, *Tecniche di rivelatori per radiazioni ionizzanti*.

Per quanto riguarda i 9 crediti a scelta di tipologia d), fermo restando che lo studente può presentare un piano di studio individuale che indichi corsi di suo interesse non menzionati in questo Manifesto, il Corso di Laurea garantisce l'approvazione di percorsi che esauriscano i 9 crediti sui seguenti insegnamenti, che saranno organizzati senza sovrapposizioni fra di loro né con gli altri corsi istituzionali:

- i corsi di: *Complementi di analisi*, *Complementi di chimica II*, *Complementi di geometria*, *Applicazioni di meccanica analitica*, *Fisica statistica*, *Meccanica statistica*, *Istituzioni di astrofisica teorica*, *Istituzioni di astrofisica* ed *Esperimentazioni. IIIB* ;
- un altro corso a scelta tra i corsi rimanenti di tecnologie: *Dispositivi a semiconduttore*, *Laser e applicazioni*, *Tecnologie fisiche per i beni culturali*, *Tecniche di rivelatori per radiazioni ionizzanti*.

Lo studente può inoltre, presentando il piano di studio individuale, sostituire i seguenti corsi:

- *Struttura della materia* al posto di *Istituzioni di struttura della materia*;
- *Fisica nucleare e subnucleare* al posto di *Istituzioni di fisica nucleare e subnucleare*.

Prima dell'inizio dei corsi del terzo anno dell'anno accademico 2008-2009 verranno presentati i contenuti dei corsi opzionali suggeriti nei percorsi di studio.

5. Ammissione al Corso di Laurea, preparazione iniziale richiesta, accertamento di eventuali debiti formativi

Sono ammessi al Corso di Laurea in Fisica gli studenti in possesso di un diploma di Scuola secondaria superiore.

Ai sensi dell'art.4 del D.M.23/10/2003, prot.198, "*Fondo per il sostegno dei giovani e per favorire la mobilità degli studenti*", sono previste forme di **rimborso parziale delle tasse e dei contributi** a favore degli studenti iscritti al Corso di Laurea in Fisica, in quanto quest'ultimo è un corso di studio "di particolare interesse nazionale e comunitario" (Legge n.170 del 11.07.2003).

Nell'anno accademico 2008-2009 non viene attivato il primo anno e quindi i requisiti di accesso sono riportati nel Manifesto del nuovo Corso di Studi triennale D.M. 270/04.

6. Tutorato

Nell'anno accademico 2008-2009 non viene attivato il primo anno e quindi non è prevista l'assegnazione di un tutore se non per gli studenti che si iscrivano al secondo o al terzo anno a seguito di trasferimenti da altri Corsi di Laurea.

7. Obblighi di frequenza e propedeuticità degli esami

La frequenza ai corsi è una condizione essenziale per un proficuo inserimento dello studente nell'organizzazione didattica del Corso di Laurea. Per i corsi con esercitazioni di laboratorio o di laboratorio informatico la frequenza è obbligatoria e accertata ad ogni seduta di laboratorio.

Gli insegnamenti sono di norma organizzati in unità didattiche "trimestrali". Alcuni corsi di insegnamento, cui corrisponde un unico esame finale, constano di due o più unità didattiche trimestrali (moduli, normalmente contigui). In questi casi il modulo successivo ha come prerequisito la frequenza al precedente. Inoltre, come spiegato al punto 8, l'accreditamento del primo modulo deve necessariamente precedere quello dei successivi. In generale, la successione temporale dei corsi predisposta dal Corso di Laurea è quella ottimale per il progredire della carriera didattica dello studente: **il superamento degli esami nella medesima successione con la quale vengono impartiti gli insegnamenti è l'unico metodo che permette il soddisfacimento delle propedeuticità di tutti i corsi.** Come regola formale e generale di propedeuticità per gli esami, lo studente per sostenere l'esame finale di profitto di un insegnamento (o dei moduli associati) deve essere in possesso di tutti i crediti di tipo a), b) e c) previsti dal Manifesto degli Studi (o dal suo Piano di Studio individuale approvato) per gli insegnamenti che si concludono negli anni precedenti a quello in cui si svolge il corso in questione*.

Tuttavia, onde evitare che l'imposizione di una rigida propedeuticità forzi lo studente, nel caso di mancato superamento di uno specifico esame, a interrompere il processo di apprendimento e inneschi viceversa un pericoloso sfasamento fra corsi seguiti ed esami, il Corso di Laurea ha definito delle condizioni meno restrittive che permettono di derogare dalla regola generale di propedeuticità (che resta comunque applicabile, se favorevole allo studente) fissando degli obiettivi minimi che devono essere raggiunti dallo studente entro

l'ultimo appello di settembre, per poter sostenere gli esami previsti per l'anno di corso successivo dal Manifesto o dal Piano di studio individuale approvato.

I requisiti minimi fissati dal Corso di Laurea sono i seguenti:

- per sostenere esami degli insegnamenti del II anno *: almeno 12 crediti di attività formative di tipo a) e almeno 12 crediti di attività formative di tipo b) *oppure* almeno 32 crediti acquisiti in totale.
- per sostenere esami degli insegnamenti del III anno: almeno 21 crediti di attività formative di tipo a), almeno 39 crediti di attività formative di tipo b) e almeno 6 crediti di attività formative di tipo c) *oppure* almeno 80 crediti acquisiti in totale.

* Si noti che i corsi di Analisi matematica II B e di Informatica – complementi sono secondi moduli di insegnamenti iniziati al primo anno; agli effetti delle propedeuticità vanno quindi considerati come corsi del I anno.

8. Sessioni di esami, modalità degli esami e accreditamenti

Al termine del I e III trimestre sono predisposti due appelli, distanziati di almeno quattordici giorni per tutti gli esami del Corso di Laurea. Alla fine del II trimestre sono previsti due appelli (distanziati come sopra detto) per i corsi appena conclusi e un appello per tutti gli altri insegnamenti. Nel mese di settembre è prevista una sessione con due appelli. Le sessioni di esame di un insegnamento che si svolge in un determinato trimestre si tengono alla fine del trimestre in questione e alla fine dei due trimestri successivi (anche se temporalmente collocate nell'anno accademico seguente), oltre ai due appelli di settembre dell'anno accademico in cui è tenuto il corso.

Lo studente è fortemente incoraggiato a organizzare la propria attività didattica in modo da sostenere l'esame alla fine del corso corrispondente, concentrando i recuperi di esami non superati negli appelli delle sessioni estive (luglio - settembre).

I corsi trimestrali definiti nell'elenco di cui al punto 11 che richiedono una prova finale per l'accreditamento, possono prevedere per l'esame o una prova scritta o una prova orale o entrambe. Sarà cura del docente rendere note le modalità dell'esame prima dell'inizio dei corsi, informando il Corso di Laurea che ne curerà la pubblicizzazione, anche sulla pagina web.

Alcuni corsi trimestrali con attività di laboratorio o laboratorio informatico assegnano i crediti e la valutazione finale sulla base di ulteriori attività individuali svolte dallo studente, inerenti agli argomenti dei corsi e che richiedano un impegno orario al più pari a quello istituzionale del corso.

In generale, in tutti quei casi in cui la proposta definitiva di valutazione avviene o a seguito di una prova scritta o di una attività aggiuntiva individuale o di ambedue, lo studente ha facoltà di chiedere per la valutazione una prova orale integrativa.

Per l'esame di Inglese e per quelli degli insegnamenti di Tecniche computazionali I, II e III l'accreditamento avviene tramite un giudizio di idoneità.

Per i corsi organizzati in moduli (vedi tab.1 al punto 3 e il successivo punto 11), lo studente può ottenere l'insieme dei crediti e la valutazione finale, mediante accreditamenti *trimestrali*, secondo la seguente procedura di *accreditamento modulare*:

- se alla fine di ogni modulo (salvo l'ultimo) lo studente supera la prova predisposta dal docente sugli argomenti svolti durante il trimestre, egli ottiene l'assegnazione definitiva dei crediti afferenti al modulo; tale accreditamento è accompagnato da un giudizio (sufficiente, buono, distinto, ottimo) che viene registrato nel verbale di accreditamento, predisposto dalle Segreterie. Se lo studente supera la prova di esame nell'appello immediatamente successivo al termine dell'ultimo modulo, gli viene assegnato un voto finale;

- nel caso in cui lo studente non superi una qualunque delle prove predisposte al termine di ciascun modulo, egli deve affrontare l'esame standard in una sessione qualunque dell'anno accademico, oppure, se vuole usufruire dell'*accreditamento modulare*, seguire nuovamente il primo dei moduli non superati nell'anno accademico successivo.

Per maggiori dettagli sulle modalità degli esami si rimanda alle informazioni che i docenti forniranno all'inizio del loro corso.

9. Tesi di laurea

La tesi di laurea consiste in un lavoro a cui corrispondono 6 CFU e si conclude con la stesura di un elaborato scritto; un elenco di temi disponibili per le tesi è pubblicizzato nella pagina web del Corso di Laurea.

10. Calendario dei trimestri, delle sessioni di laurea e vacanze ufficiali

Per l'anno accademico 2008-2009 il calendario dei trimestri è il seguente:

I Trimestre: 29 Settembre 2008 - 29 Novembre 2008

II Trimestre: 19 Gennaio 2009 - 21 Marzo 2009

III Trimestre: 20 Aprile 2009 - 23 Giugno 2009 (i giorni 22 e 23 giugno sono riservati al recupero delle lezioni perse per festività infrasettimanali)

Per l'anno accademico 2008-2009 il calendario delle sessioni di laurea è il seguente:

25 Giugno 2008

22 Luglio 2008

30 Settembre 2008

16 Dicembre 2008

24 Febbraio 2009

28 Aprile 2009

Per l'anno accademico 2008-2009 gli appelli di laurea verranno stabiliti e comunicati successivamente.

Vacanze ufficiali durante i periodi di lezione:

- I Trimestre: 1 Novembre 2008
- II Trimestre: -
- III Trimestre: 25 Aprile 2009, 1 Maggio 2009, 2 giugno 2009

11. Insegnamenti

Gli insegnamenti previsti per l'anno accademico 2008-2009 sono suddivisi nei trimestri come è mostrato in Tabella 2 (gli insegnamenti del terzo anno sono suddivisi in due colonne, nella prima delle quali sono riportati gli insegnamenti obbligatori fissi e quelli a scelta, nella seconda quelli consigliati per completare il numero totale dei crediti).

Tab. 2 - Suddivisione degli insegnamenti in trimestri.

Scienze Fisiche e Tecnologie Fisiche				
	I anno	CFU	II anno	CFU
I trim.			Analisi matematica IIB	6

	Non attivato		Campi elettromagnetici stazionari Esperimentazioni IIA Informatica-complementi	6 6 3
II trim.	Non attivato		Metodi matematici Onde elettromagnetiche Esperimentazioni IIB Tecniche computazionali I *	6 6 6 3
III trim.	Non attivato		Relatività/ Ottica/Quanti Meccanica analitica Esperimentazioni IIC	6 6 6

III anno Scienze Fisiche

	obbligatori fissi e <i>a scelta</i>	CFU	altri corsi (vedi punto 4)	CFU
I trim.	Meccanica quantistica Tecniche computazionali II* Esperimentazioni IIIA Esperimentazioni IIIB <i>Complementi di Chimica II</i>	6 3 3 3 3	Laboratorio di elettronica	6
II trim.	Appl. meccanica quantistica Fisica statistica <i>Meccanica statistica</i> <i>Complementi di analisi</i> <i>Appl. di meccanica analitica</i> <i>Complementi di geometria</i>	6 3 3 3 3 3	Tecn. di rivelatori rad. ionizz. Tecnologie spaziali	6 6
III trim.	Struttura della materia Istituzioni di astrofisica Fis. nucleare e subnucleare <i>Ist. di astrofisica teorica</i>	6 3 6 3	Laser e applicazioni Dispositivi a semiconduttore Tecn. fisiche per i beni culturali Tecniche computazionali III*	6 6 6 3

* Accertamento tramite idoneità.

III anno Tecnologie Fisiche

	obbligatori fissi e <i>a scelta</i>	CFU	altri corsi (vedi punto 4)	CFU
I trim.	Ist. di meccanica quantistica Laboratorio di elettronica	6 6	Complementi di chimica II Esperimentazioni IIIB	3 3
II trim.	Ist. di struttura della materia Ist. di fisica nucleare e subnucl. Tecnologie spaziali <i>Tecn. di rivelatori rad. ionizz.</i>	6 6 6 6	Complementi di analisi Appl. di meccanica analitica Complementi di geometria Fisica statistica Meccanica statistica	3 3 3 3 3
III trim.	Tecniche computazionali III* <i>Laser e applicazioni</i> <i>Dispositivi a semiconduttore</i> <i>Tecn. fisiche per i beni culturali</i>	3 6 6 6	Istituzioni di astrofisica Ist. di astrofisica teorica	3 3

* Accertamento tramite idoneità.

Gli insegnamenti e le altre attività formative previste e i loro programmi sintetici sono riportati in appendice.

APPENDICE

- **Analisi matematica IIB:**
 - *titolare:* Prof. A. Colesanti
 - *anno di corso, tipologia, curriculum:* II, c, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
 - *periodo:* I trimestre
 - *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard o modulare con An. Mat. IIA, MAT/05
 - *numero ore di lezione:* 54
 - *programma sintetico:* Estremi relativi per funzioni di più variabili. Serie numeriche. Successioni e serie di funzioni; serie di potenze. Equazioni differenziali ordinarie. Problema di Cauchy; risultati di esistenza e unicità delle soluzioni; prolungamento delle soluzioni e soluzioni massimali. Tecniche risolutive per equazioni del primo ordine. Equazioni di ordine superiore al primo. Teorema della funzione implicita (del Dini). Estremi vincolati per funzioni di più variabili.
- **Applicazioni di meccanica analitica:**
 - *titolare:* Prof. A. Fasano
 - *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, c, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
 - *periodo:* II trimestre
 - *numero crediti, accredit., settore:* 3, standard, MAT/07
 - *numero ore di lezione:* 27
 - *programma sintetico:* Applicazioni all'Astronomia: variabili angolo-azione, problema di Keplero, teoria delle perturbazioni. Applicazioni alla meccanica dei continui: vibrazioni lineari nei fluidi e nei solidi, equilibrio nei cavi sospesi come problema variazionale. Applicazioni a teorie di campo: lagrangiana di un campo elettromagnetico.
- **Applicazioni di meccanica quantistica:**
 - *titolare:* Prof. G. Pettini
 - *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Scienze Fisiche
 - *periodo:* II trimestre
 - *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/02
 - *numero ore di lezione/esercitazione:* 40/20
 - *programma sintetico:*

Fondamenti. Cenni sulla meccanica quantistica di Feynman. Sistemi di particelle identiche. Oscillatore armonico tridimensionale. Simmetrie della hamiltoniana e degenerazione.

Interazioni col campo elettromagnetico. Equazione di Schroedinger in un campo e.m. Moto di un elettrone in un campo magnetico costante: interazione di dipolo magnetico; effetto Zeeman; livelli di Landau. Risonanza magnetica.

Metodi di approssimazione. Approssimazione WKB. Metodo variazionale. Teoria delle perturbazioni stazionarie e dipendenti dal tempo. Perturbazioni periodiche e risonanza. Regola d'oro di Fermi. Assorbimento ed emissione della luce nell'approssimazione di dipolo elettrico.

Elementi di teoria dello scattering. Sezione d'urto e ampiezza di scattering nel caso stazionario. Metodo degli sfasamenti per lo scattering elastico. Approssimazione di Born e applicazione allo scattering Rutherford.
- **Campi elettromagnetici stazionari + Onde elettromagnetiche:**
 - *titolare (CES):* Prof. M. Gurioli
 - *titolare (OE):* Prof. F. Barocchi

- *anno di corso, tipologia, curriculum*: II, b, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo(CES)*: I trimestre
- *periodo(OE)*: II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore*: 6+6, standard o modulare, FIS/01
- *numero ore di lezione/esercitazione (CES)*: 35/25
- *numero ore di lezione/esercitazione (OE)*: 35/25
- *programma sintetico(CES)*: Elettrostatica di sistemi di cariche nel vuoto. Elettrostatica dei conduttori. Correnti continue. Elettrostatica dei dielettrici.
- *programma sintetico(OE)*: Fenomeni magnetici stazionari. Magnetismo della materia. Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo. Onde elettromagnetiche.

- **Complementi di analisi:**

- *titolare*: Prof. M. Focardi
- *anno di corso, tipologia, curriculum*: III, c, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo*: II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore*: 3, standard, MAT/05
- *numero ore di lezione*: 27
- *programma sintetico*: Teoria della misura e dell'integrazione astratta, teoria degli spazi L^p , spazi di Hilbert, spazi di Sobolev, metodi variazionali per problemi ellittici, cenni sulla formulazione variazionale per problemi di evoluzione.

- **Complementi di chimica II:**

- *titolare*: Prof. A. Vacca
- *anno di corso, tipologia, curriculum*: III, c, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo*: I trimestre
- *numero crediti, accredit., settore*: 3, standard, CHIM/03
- *numero ore di lezione*: 27
- *programma sintetico*: Chimica nell'atmosfera. Composizione e struttura dell'atmosfera. Particelle nell'atmosfera. Inquinanti gassosi inorganici ed organici. Smog fotochimico. Chimica dei radionuclidi. I traccianti nelle applicazioni chimiche. Effetti chimici dei processi nucleari. Genesi degli elementi.

- **Complementi di geometria:**

- *titolare*: Prof. D. Pertici
- *anno di corso, tipologia, curriculum*: III, c, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo*: II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore*: 3, standard, MAT/03
- *numero ore di lezione*: 27
- *programma sintetico*: Richiami di algebra lineare e multilineare. Elementi di geometria differenziale delle curve e delle superfici.

- **Dispositivi a semiconduttore:**

- *titolare*: Prof. M. Gurioli
- *anno di corso, tipologia, curriculum*: III, b, Tecnologie Fisiche
- *periodo*: III trimestre
- *numero crediti, accredit., settore*: 6, standard, FIS/01
- *numero ore di lezione*: 54
- *programma sintetico*: Stati elettronici in un solido cristallino. Struttura a bande. Concetto di lacuna. Impurezze sostituzionali e drogaggio. Sistemi in equilibrio e statistica di Fermi-Dirac. Modello di Drude: trasporto, diffusione. Sistemi fuori equilibrio e fotogenerazione di carica. Giunzioni p-n, metallo-semiconduttore e

applicazioni: laser a semiconduttore e LED. Fotodiodi e celle solari. Transistor bipolare e MOSFET.

- **Esperimentazioni IIA + IIB + IIC:**

- titolare (Esp.IIA): Prof. A.Perego
- titolare (Esp.IIB): Prof. A.Perego
- titolare (Esp.IIC): Prof. R. D'Alessandro
- anno di corso, tipologia, curriculum: II, b (lab.), Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- periodo (Esp.IIA): I trimestre
- periodo (Esp.IIB): II trimestre.
- periodo (Esp.IIC): III trimestre.
- numero crediti, accredit., settore: 6+6+6, standard o modulare, FIS/01
- numero ore di lezione/laboratorio (Esp.IIA): 45/40
- numero ore di lezione/laboratorio (Esp.IIB): 45/40
- numero ore di lezione laboratorio (Esp.IIC): 45/40
- programma sintetico (Esp.IIA): Leggi dei circuiti in CC e CA. Dispositivi lineari. Funzionamento strumenti a bobina mobile. Potenza. Misure elettriche e uso degli strumenti relativi. In laboratorio: misure con multimetri, oscilloscopio, divisore di tensione e ponti in CA.
- programma sintetico (Esp.IIB): Funzionamento dell'oscilloscopio. Circuiti risonanti. Effetto Hall. Filtri. Composizione spettrale dei segnali. In laboratorio: misure su circuiti risonanti, misure con la sonda di Hall, misure su filtri e analisi spettrale.
- programma sintetico (Esp.IIC): Diodi a giunzione P-N. Amplificatore operazionale. Integratore di Miller. Linee di trasmissione. Reticolo di diffrazione. In laboratorio: misura delle caratteristiche di un diodo, misure su amplificatori oper. e linee di trasmissione, misure con integratore di Miller e reticolo di diffrazione.

- **Esperimentazioni IIIA:**

- titolare: Prof. G. Poggi
- anno di corso, tipologia, curriculum: III, b (lab.), Scienze Fisiche
- periodo: I trimestre
- numero crediti, accredit., settore: 3, standard (racc. con Esp. IIB), FIS/01
- numero ore di lezione/laboratorio: 20/16
- programma sintetico: Calcolo delle Probabilità. Funzione di distribuzione. Densità di probabilità. Valor medio e varianza. Matrice di covarianza. Funzione caratteristica. Il teorema del Limite Centrale. Cenno alle tecniche MonteCarlo. Distribuzione multivariata. Ellisse di covarianza. Statistica. Test statistici. Estimatori. Principio dei Minimi Quadrati e criterio di Massima Verosimiglianza. Intervallo di confidenza dei parametri e concetto di coverage. Errori statistici e sistematici. Esperienze in laboratorio: Vita media del Muone e Misura dell'indice di rifrazione di un gas mediante un interferometro di Michelson.

- **Esperimentazioni IIIB:**

- titolare: Prof. M. Romoli
- anno di corso, tipologia, curriculum: III, b (lab.), Scienze Fisiche
- periodo: I trimestre
- numero crediti, accredit., settore: 3, standard (racc. con Esp. IIIA), FIS/05
- numero ore di lezione/laboratorio: 20/16
- programma sintetico: Introduzione alla fotometria astronomica. Grandezze fotometriche. Magnitudini stellari. Sistemi fotometrici. Estinzione atmosferica. Radiazione delle stelle in LTE. Diagramma di Hertzsprung-Russell. Sistemi di

coordinate celesti. La misura del tempo. Telescopi riflettori. Cenni sulla diffrazione della luce. Diffrazione da un'apertura circolare. Introduzione all'ottica di Fourier. Funzionamento e parametri caratteristici di un CCD. Elaborazione delle immagini astronomiche: Introduzione a IRAF. Rumore elettrico: le reti lineari e la densità spettrale di rumore; le sorgenti "fisiche" di rumore; il rumore nei dispositivi elettronici; il rumore Johnson e la lettura di carica di un CCD. Esperienze di laboratorio: Costruzione del diagramma HR di un ammasso stellare.

- **Fisica nucleare e subnucleare:**

- *titolare:* Prof. B. Mosconi
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Scienze Fisiche
- *periodo:* III trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/04
- *numero ore di lezione/esercitazione:* 40/20
- *programma sintetico:* Radioattività naturale. Diffusione di particelle alfa. Scoperta del nucleo atomico e dei suoi costituenti. Dimensioni, densità, massa dei nuclei. Proprietà delle forze nucleari. Potenziale di Yukawa. Simmetria di isospin. Modelli di struttura nucleare. Decadimenti alfa, beta e gamma dei nuclei. Fissione. Fusione. Scoperta delle particelle e dei loro costituenti. Simmetrie e leggi di conservazione. Struttura a quark degli adroni. Interazioni fondamentali tra quark e leptoni.

- **Fisica statistica:**

- *titolare:* Prof. R. Livi
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Scienze Fisiche
- *periodo:* II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 3, standard o modulare, FIS/01
- *numero ore di lezione/esercitazione:* 20/10
- *programma sintetico:* Elementi di teoria cinetica e modello del gas perfetto classico; Teorema H di Boltzmann, entropia e grandezze termodinamiche; Insiemi statistici classici: microcanonico, canonico e grancanonico; Statistiche quantistiche; Gas ideali quantistici di Bose-Einstein e Fermi-Dirac.

- **Informatica di base + Informatica-complementi:**

- *titolare:* Prof.ssa D. Merlini
- *anno di corso, tipologia, curriculum (Info-base):* Non attivato
- *anno di corso, tipologia, curriculum (Info-compl.):* II, f (laboratorio inform.), Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo (Info-base):* Non attivato
- *periodo (Info-compl.):* I trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 3+3, standard o modulare, INF/01
- *numero ore di lezione/esercitazione (Info-base):* Non attivato
- *numero ore di lezione/esercitazione (Info-compl.):* 20/10
- *programma sintetico (Info-base):* Breve storia del calcolo automatico. L'algebra di Boole e la codifica dell'informazione. Algoritmi e programmi. Analisi di un problema e definizione dell'algoritmo di risoluzione. Diagrammi di flusso. Linguaggi di programmazione e codifica delle istruzioni e dei dati. Concetti generali di programmazione. Introduzione alla programmazione in C: dati e istruzioni; funzioni di input/output; strutture di controllo: flusso sequenziale, selezione e iterazione; array e stringhe; funzioni; puntatori. Esercitazioni in laboratorio.
- *programma sintetico (Info-compl.):* Complementi di algoritmica e programmazione C. Il concetto di ricorsione. Strutture dati e loro implementazione: record, liste, pile,

code e alberi binari. Applicazioni di carattere scientifico. Esercitazioni in laboratorio.

- **Inglese:**

- *presidente commissione di esame:* Prof. P.G. Bizzeti

- *numero crediti:* 3

- *programma sintetico:* Lettura e traduzione di un brano scientifico in lingua inglese.

- **Istituzioni di astrofisica:**

- *titolare:* Prof. F. Pacini

- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Scienze Fisiche

- *periodo:* III trimestre

- *numero crediti, accredit., settore:* 3, standard o modulare, FIS/05

- *numero ore di lezione:* 27

- *programma sintetico:* Il corso si propone di fornire una descrizione essenzialmente fenomenologica di vari aspetti dell'astrofisica. Introduzione generale. Caratteristiche fondamentali e classificazione delle stelle (diagramma Hertzsprung-Russel, classificazione spettrale). La struttura stellare. L'evoluzione stellare. Gli stati finali dell'evoluzione stellare (supernovae, stelle collassate). Il mezzo interstellare. La struttura della Galassia. Caratteristiche fondamentali delle galassie. Nuclei galattici attivi. La struttura su larga scala e l'evoluzione dell'Universo.

- **Istituzioni di astrofisica teorica:**

- *titolare:* Prof. C. Chiuderi

- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Scienze Fisiche

- *periodo:* III trimestre

- *numero crediti, accredit., settore:* 3, standard o modulare, FIS/02

- *numero ore di lezione:* 27

- *programma sintetico:* Il corso si propone di illustrare alcuni aspetti dell'astrofisica delle alte energie e della cosmologia e di approfondire alcuni argomenti introdotti nel corso di Istituzioni di astrofisica. Introduzione generale al corso. I processi radiativi fondamentali (bremsstrahlung, sincrotrone, Compton e Compton inverso) e la loro applicazione all'interpretazione di fenomeni astrofisici. I processi di accrescimento di materia e la loro applicazione alla fenomenologia delle sorgenti X. I processi di accelerazione di particelle con applicazione ai raggi cosmici. Introduzione alla cosmologia.

- **Istituzioni di fisica nucleare e subnucleare:**

- *titolare:* Prof. G. Poggi

- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Tecnologie Fisiche

- *periodo:* II trimestre

- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/04

- *numero ore di lezione/esercitazione:* 40/20

- *programma sintetico:* La scoperta del nucleo atomico e lo scattering di Coulomb. Proprietà statiche dei nuclei. Modelli nucleari: a gas di Fermi, a shell e collettivo. Interazione delle particelle cariche veloci con la materia: principi della rivelazione delle particelle subatomiche. Interazione fra nucleoni: il deutone, lo scattering nucleone-nucleone. Le reazioni nucleari: Nucleo composto e cenno alle reazioni dirette, teoria del continuo e scattering risonante. Il decadimento radioattivo. Il decadimento alfa. Il decadimento beta. La fissione nucleare. Cenno ai leptoni e ai quark.

- **Istituzioni di meccanica quantistica:**

 - titolare: Prof. F. Matera
 - anno di corso, tipologia, curriculum: III, b, Tecn. Fisiche
 - periodo: I trimestre
 - numero crediti, accredit., settore: 6, standard, FIS/02
 - numero ore di lezione/esercitazione: 40/20
 - programma sintetico: Postulati e quadro matematico. Equazione di Schroedinger. Problemi unidimensionali. Oscillatore armonico. Principio d'indeterminazione di Heisenberg. Momento angolare. Spin. Atomo d'Idrogeno. Elementi di teoria delle perturbazioni. Elementi di teoria dello scattering. Sistemi di particelle identiche.

- **Istituzioni di struttura della materia:**

 - titolare: Prof. R. Pratesi
 - anno di corso, tipologia, curriculum: III, b, Tecnologie Fisiche
 - periodo: II trimestre
 - numero crediti, accredit., settore: 6, standard, FIS/03
 - numero ore di lezione/esercitazione: 40/20
 - programma sintetico: Struttura dell'atomo, modelli atomici, struttura fine e correzioni quanto-relativistiche, struttura fine della riga H; atomi con molti elettroni, sistema periodico degli elementi. La struttura delle molecole biatomiche: separazione di Born-Oppenheimer, moti di rotazione e di vibrazione dei nuclei, moti rotovibrazionali con cambiamento dello stato elettronico. Interazione atomo/molecola-campo em. Elementi di cristallografia e diffrazione X; vibrazioni reticolari reticolari, fononi, proprietà termiche e di trasporto legate ai moti reticolari: proprietà elettroniche: teoria delle bande; legge di Wiedemann e Franz, modello a elettroni liberi, a legame debole e forte. Proprietà termiche e di trasporto degli elettroni.

- **Laboratorio di elettronica:**

 - titolare: Prof. M. Carlà
 - anno di corso, tipologia, curriculum: III, b, Tecnologie Fisiche
 - periodo: I trimestre
 - numero crediti, accredit., settore: 6, standard, FIS/01
 - numero ore di lezione/laboratorio: 40/30
 - programma sintetico: Semiconduttori. Giunzione pn. Equazione della giunzione. Transistori bjt, jfet e mosfet. Regioni di funzionamento. Curve di trasferimento. Modelli incrementali. Principali configurazioni circuitali. Elementi di elettronica digitale.

- **Laser e applicazioni:**

 - titolare: Prof. R. Pratesi
 - anno di corso, tipologia, curriculum: III, b, Tecnologie Fisiche
 - periodo: III trimestre
 - numero crediti, accredit., settore: 6, standard, FIS/01
 - numero ore di lezione: 54
 - programma sintetico: Elementi di fisica del laser. Trattazione semiclassica del laser a due livelli. Trattazione con le equazioni di bilancio del laser a 3 livelli. Meccanismi di allargamento delle righe di emissione (naturale, Doppler, pressione). Laser a gas, a stato solido, liquido e a semiconduttore. Cavità ottiche. Generazione e controllo di impulsi brevi. Generazione e controllo della frequenza di emissione. Applicazioni biomediche, industriali, all'ambiente, ai beni culturali. Visite a industrie laser e ottiche.

- **Meccanica analitica:**
 - titolare: Prof. A. Fasano
 - anno di corso, tipologia, curriculum: II, c, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
 - periodo: III trimestre
 - numero crediti, accredit., settore: 6, standard, MAT/07
 - numero ore di lezione/esercitazione: 35/25
 - programma sintetico: Geometria e cinematica dei sistemi olonomi. Dinamica: forma lagrangiana e hamiltoniana delle equazioni di moto. Principi variazionali. Trasformazioni canoniche. Equazioni di Hamilton-Jacobi.

- **Meccanica quantistica:**
 - titolare: Prof. R. Casalbuoni
 - anno di corso, tipologia, curriculum: III, b, Scienze Fisiche
 - periodo: I trimestre
 - numero crediti, accredit., settore: 6, standard, FIS/02
 - numero ore di lezione/esercitazione: 40/20
 - programma sintetico: Postulati della Meccanica Quantistica. Particelle identiche. Principio di Pauli. Bosoni e fermioni. Applicazioni elementari: equazione di Schrodinger stazionaria, casi unidimensionali, oscillatore armonico. Simmetrie in Meccanica Quantistica. Momento angolare e spin. Somma di momenti angolari. Atomo d'idrogeno. Teoria delle perturbazioni nel caso stazionario.

- **Meccanica statistica:**
 - titolare: Prof. R. Livi
 - anno di corso, tipologia, curriculum: III, b, Scienze Fisiche
 - periodo: II trimestre
 - numero crediti, accredit., settore: 3, standard o modulare, FIS/02
 - numero ore di lezione: 27
 - programma sintetico: Cenni al problema dei cammini aleatori e della diffusione. Equazione del trasporto ed equazioni idrodinamiche. Modello di Ising del ferromagnetismo. Modelli quantistici del diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo. Transizioni di fase e fenomeni critici.

- **Metodi matematici:**
 - titolare: Prof. D. Dominici
 - anno di corso, tipologia, curriculum: II, b, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
 - periodo: II trimestre
 - numero crediti, accredit., settore: 6, standard, FIS/02
 - numero ore di lezione/esercitazione: 35/25
 - programma sintetico: Funzioni di variabile complessa. Teorema di Cauchy. Sviluppi in serie di Taylor e di Laurent. Teorema dei residui. Trasformate di Fourier e Laplace. Teoria delle distribuzioni. Trasformata di Fourier per distribuzioni temperate. Soluzione fondamentale per un operatore differenziale lineare. Spazi di Hilbert. Teoria degli operatori sugli spazi di Hilbert.

- **Relatività / Ottica / Quanti:**
 - titolare: Prof. F. Barocchi, Prof. D. Colferai
 - anno di corso, tipologia, curriculum: II, b, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
 - periodo: III trimestre
 - numero crediti, accredit., settore: 6, standard, FIS/01
 - numero ore di lezione: 54

- *programma sintetico (Relatività)*: Principio di relatività di Einstein. Trasformazioni di Lorentz. Contrazione delle lunghezze. Dilatazione dei tempi. Effetto Doppler relativistico e aberrazione della luce. Quadrivelocità e quadriforza. Definizione di quadri-impulso. Dinamica relativistica. Equivalenza massa-energia. Forma covariante delle equazioni di Maxwell.

- *programma sintetico (Optica)*: Propagazione delle onde. Interferenza. Diffrazione. Ottica geometrica.

- *programma sintetico (Quanti)*: Corpo nero. L'effetto fotoelettrico. L'effetto Compton; il fotone come particella. Il modello atomico di Bohr; emissione e assorbimento della luce. Velocità di fase e di gruppo. Le onde di De Broglie e il dualismo onda corpuscolo. L'esperimento di Stern-Gerlach e la "quantizzazione spaziale". Il principio d'indeterminazione di Heisenberg.

- **Struttura della materia:**

- *titolare*: Prof. M. Inguscio

- *anno di corso, tipologia, curriculum*: III, b, Scienze Fisiche

- *periodo*: III trimestre

- *numero crediti, accredit., settore*: 6, standard, FIS/03

- *numero ore di lezione/esercitazione*: 40/20

- *programma sintetico*: Proprietà del corpo nero.

Teoria di Einstein dell'equilibrio atomo-campo elettromagnetico.

Elementi di fisica atomica e molecolare: struttura atomica, regole di transizione, struttura fine della riga H, atomo a 2 e N elettroni; separazione di B-O, moti rotazionali, moti vibrazionali, principio di F-C, regole di selezione.

Elementi di fisica dei cristalli: legami nei solidi, proprietà cristallografiche, reticolo reciproco, diffrazione X e N, teoria elettronica, proprietà termiche e di trasporto.

- **Tecniche computazionali I:**

- *titolare*: Prof. M. Bini

- *anno di corso, tipologia, curriculum*: II, f, Scienze Fisiche e Tec. Fisiche

- *periodo*: II trimestre

- *numero crediti, accredit., settore*: 3, idoneità

- *numero ore di lezione/laboratorio*: 20/10

- *programma sintetico*: Linguaggio di programmazione C: richiamo delle nozioni di base con lo svolgimento di esercizi. Strutture e puntatori. Sistema operativo Unix: gestione dei processi, gestione della memoria, gestione dell'input/output, comunicazione tra i processi sia all'interno del sistema che fra sistemi collegati via rete: socket. Scrittura di semplici programmi per lo scambio di dati fra sistemi, sia utilizzando la rete che un collegamento diretto tramite interfaccia seriale.

- **Tecniche computazionali II:**

- *titolare*: Prof. R. Giachetti

- *anno di corso, tipologia, curriculum*: III, f, Scienze Fisiche

- *periodo*: I trimestre

- *numero crediti, accredit., settore*: 3, idoneità

- *numero ore di lezione*: 27

- *programma sintetico*: Studio e risoluzione di problemi fisici con l'aiuto di mezzi informatici.

Prima parte: Introduzione al software "Maple"

- Uso interattivo del linguaggio simbolico.

- Gli elementi della programmazione simbolica, numerica, grafica.

Seconda parte: Studio e discussione di problemi concreti.

- I problemi specifici su cui impegnarsi possono essere stabiliti anche in accordo con gli interessi degli studenti.

- **Tecniche computazionali III:**

- *titolare:* Prof. M. Bini
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, f, Tecn. Fisiche
- *periodo:* III trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 3, idoneità
- *numero ore di lezione:* 27
- *programma sintetico:* Sviluppo del software necessario alla gestione tramite PC di un semplice dispositivo che utilizzi per l'ingresso/uscita la porta seriale o quella parallela. Descrizione ed utilizzo di un bus di tipo industriale (VME o GPIB) con applicazione all'acquisizione dati: per esempio uso di LabView. Analisi dei dati acquisiti con algoritmi quali "Fast Fourier Transform" o filtri digitali.

- **Tecniche di rivelatori per radiazioni ionizzanti:**

- *titolare:* Prof. G. Pasquali
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Tecn. Fisiche
- *periodo:* II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/01
- *numero ore di lezione:* 54
- *programma sintetico:* Interazione delle particelle con la materia. Perdita di energia collisionale. Perdita di energia radiativa. Curve di ionizzazione di Bragg. Range. Straggling. Interazione dei raggi X e α con la materia. Coefficienti di attenuazione. Classificazione dei rivelatori di radiazioni ionizzanti. Principi fisici del funzionamento dei rivelatori a gas. Modi di funzionamento. Rivelatori a scintillazione. Fotomoltiplicatori e partitori. Rivelatori a semiconduttore. Elettronica di front-end e di acquisizione per i vari rivelatori. Messa in opera in laboratorio dei vari rivelatori.

- **Tecnologie fisiche per i beni culturali:**

- *titolare:* Prof. P. Mandò
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Tecn. Fisiche
- *periodo:* III trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/07
- *numero ore di lezione:* 54
- *programma sintetico:* Tecniche di datazione diretta: ^{14}C : principio, metodi di misura, problemi e limiti; Termoluminescenza: principio, metodo di misura, problemi e limiti.

Tecniche "nucleari" per l'analisi di composizione dei materiali, nell'ambito dei Beni Culturali: Particle-Induced X ray Emission (PIXE); Particle-Induced Gamma ray Emission (PIGE); Back Scattering di particelle (RBS); Fluorescenza X (XRF).

Il colore. Origine e misura. Coordinate cromatiche e altri parametri caratteristici.

Radiografia. Tomografia. Termografia. Spettrofotometrie: misure di riflettanza nel visibile e vicino IR, puntuali e in 2D. Tecniche multispettrali di imaging nel visibile, vicino IR e UV. Tecniche di ablazione laser per la pulitura di manufatti deteriorati (lapidei, metallici, pitture).

- **Tecnologie spaziali:**

- *titolare:* Prof. E. Pace, Prof. S. Bottai
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Tecn. Fisiche

- *periodo*: II trimestre
- *numero crediti, accred. , settore*: 6, standard, FIS/01
- *numero ore di lezione*: 54
- *programma sintetico*: La fisica dallo spazio: aspetti scientifici che richiedono missioni spaziali. Sintesi storica delle missioni spaziali. Sonde sub-orbitali. Sonde orbitali e planetarie. Palloni stratosferici. Sistemi ottici ad imaging e spettroscopici. Rivelatori di fotoni per lo spazio. Rivelatori di particelle per lo spazio. Sistemi elettronici di lettura e di trigger. Sistemi di raffreddamento attivo e passivo. Sistemi di alimentazione. Sistemi di propulsione. Materiali e componenti per lo spazio. Problemi specifici di qualificazione spaziale: termo-vuoto, vibrazioni, radiation hardness. Acquisizione ed immagazzinamento dati: telemetria, memorie, archivi. Esempi di missioni spaziali.

Università degli Studi di Firenze
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Corso di Laurea Specialistica in Scienze Fisiche e Astrofisiche
Anno accademico 2008-2009

Premessa.

I fisici della Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali dell'Università di Firenze hanno deciso di mantenere un approccio unitario nella preparazione dei giovani fisici, fino alle soglie del loro inserimento nel mondo del lavoro o nel dottorato di ricerca. Come conseguenza di tale decisione, per evitare di suddividere la preparazione successiva alla Laurea Triennale in vari corsi di Laurea Specialistica, è stato costituito un unico corso di studio, organizzato in vari curricula. Sempre nello stesso spirito, all'interno del Corso di Laurea Specialistica è stato individuato un blocco comune di insegnamenti per l'approfondimento della cultura fisica di base che tutti gli studenti devono acquisire prima di dedicarsi alla specializzazione, scegliendo un particolare curriculum.

Nel seguito si illustrano sinteticamente gli aspetti salienti della organizzazione della Laurea Specialistica in Scienze Fisiche e Astrofisiche.

1. Denominazione e curricula

E' istituito presso l'Università degli Studi di Firenze il Corso di Laurea Specialistica in Scienze Fisiche e Astrofisiche. Il Corso è organizzato dalla Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali ed è strutturato in curricula, che, a seconda della loro impostazione, appartengono a due principali tipologie: curricula di tipo "F", a contenuto eminentemente fisico, e curricula di tipo "T", di impostazione e contenuto tecnologico. Il Corso ha la durata normale di 2 anni. Di norma l'attività dello studente corrisponde al conseguimento di 60 crediti all'anno. Lo studente che abbia comunque ottenuto 120 crediti adempiendo a tutto quanto previsto dall'Ordinamento, può conseguire il titolo anche prima della scadenza biennale.

2. Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea Specialistica è strutturato con il principale obiettivo di assicurare allo studente una elevata padronanza sia di metodi e contenuti scientifici avanzati che di adeguate conoscenze professionali e la capacità di svolgere ruoli di responsabilità nella ricerca. Lo studente dovrà acquisire conoscenze di base nel campo della fisica classica e moderna, sperimentale o teorica a seconda dei curricula. L'attività di ricerca alla quale lo studente viene indirizzato è di norma quella che si svolge in questi campi presso i Dipartimenti di Fisica e di Astronomia e Scienza dello Spazio dell'Università di Firenze, gli istituti e i centri di ricerca nazionali ed esteri. Le conoscenze acquisite servono per il completamento formativo in previsione del Dottorato di ricerca in Fisica o in Astronomia; inoltre le competenze acquisite sono utili per un inserimento nelle attività industriali, negli enti pubblici preposti ai rilievi ambientali e negli enti di ricerca.

3. Requisiti d'ammissione e verifica della adeguatezza della preparazione

Le modalità di accesso alla Laurea Specialistica sono quelle stabilite dal Senato Accademico dell'Università di Firenze. Al Corso di Laurea Specialistica sono ammessi gli studenti provenienti dal Corso di Laurea in "Fisica" dell'Università di Firenze (Curriculum "Scienze Fisiche" e "Tecnologie Fisiche"), i cui 180 crediti conseguiti al I livello sono riconosciuti integralmente e rispettivamente per i curricula di tipo "F" e "T"

di questa Laurea Specialistica e assegnati alle varie tipologie secondo le tabelle nel Regolamento. Il riconoscimento di altre lauree o titoli conseguiti anche in altri Atenei italiani o esteri verrà effettuato basandosi sulla documentazione prodotta all'atto della domanda.

4. Insegnamenti, altre attività formative e crediti ad essi attribuiti

Il Corso di Laurea Specialistica è basato su attività formative relative a sei tipologie: a) di base, b) caratterizzanti, c) affini o integrative, d) autonome, e) per la prova finale e la conoscenza della lingua straniera e f) per ulteriori conoscenze linguistiche, informatiche, relazionali ed utili all'inserimento nel mondo del lavoro. Ad ogni tipologia sono assegnati un numero di crediti formativi universitari (CFU), per un totale complessivo di 300 crediti. Si assume che, di norma, 180 dei 300 CFU provengano dal riconoscimento del curriculum degli studi nella laurea di I livello. I restanti 120 CFU vengono acquisiti dallo studente a tempo pieno nel corso della durata normale del Corso di Laurea Specialistica, ovvero in due anni.

Nell'anno accademico 2008-2009 vengono attivati i seguenti curricula di tipo "F":

“Astrofisica”,
“Fisica Nucleare e Subnucleare”,
“Fisica Teorica”,
“Fisica della Materia” e
“Fisica Applicata”

e quelli di tipo "T":

“Elettronico, Cibernetico e Tecnologico”,
“Tecnologie ottiche” e
“Tecnologie spaziali”

I quadri generali delle attività formative per i curricula di tipo "F" e "T" ed i dettagli sugli insegnamenti specifici del biennio della Laurea Specialistica sono riportati nel Manifesto degli Studi.

5. Prova finale e conseguimento del titolo

Per quanto riguarda le attività di tipo e), per entrambe le tipologie di curricula ("F" e "T") sono previsti 36 CFU per la prova finale. Alla preparazione del lavoro di tesi può essere connesso lo svolgimento della attività di tirocinio (9 CFU).

Per accedere alla prova finale lo studente deve avere acquisito in totale 264 CFU, ovvero 84 CFU di insegnamenti propri della Laurea Specialistica, corrispondenti normalmente a due anni accademici per uno studente impegnato a tempo pieno negli studi universitari.

Per ambedue i curricula il lavoro di tesi può essere svolto sia presso strutture e laboratori universitari, sia presso enti di ricerca pubblici o privati, in Italia o all'estero; ove si renda necessario, la tesi si può anche svolgere presso aziende pubbliche e private.