

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 2005-2006, 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 2005-2006

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.

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 di tutti e tre gli anni, 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 i tre anni di corso è mostrato in Tabella 1.

Tab.1 - Quadro riassuntivo degli insegnamenti.

Primo Anno

<i>Titolo Insegnamento</i>	<i>Tip.</i>	<i>Curriculum CFU</i>		<i>Settore disciplinare</i>
Analisi Matematica I	a	SF/TF	9	MAT/05
Analisi Matematica IIA	a	SF/TF	3+	MAT/05
Geometria	a	SF/TF	9	MAT/03
Cinematica e Meccanica	b	SF/TF	9	FIS/01
Esperimentazioni IA + IB	b	SF/TF	6+6	FIS/01
Fluidi/Termodinamica	b	SF/TF	6	FIS/01

Chimica	c	SF/TF	6	CHIM/03
Informatica di base	a	SF/TF	3+	INF/01
Inglese	e	SF/TF	3	

Secondo Anno

Titolo Insegnamento	Tip.	Curriculum	CFU	Sett. disciplin.
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)

Titolo Insegnamento	Tip.	Curriculum	CFU	Sett. disciplin.
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

9 CFU (tipologia d) a scelta dello studente

Terzo Anno (Curriculum Tecnologie Fisiche)

Titolo Insegnamento	Tip.	Curriculum	CFU	Settore disciplinare
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

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 l'insegnamento di *Informatica di base* è il primo di due moduli, il secondo dei quali (*Informatica complementi*) è svolto al secondo anno di corso e l'insegnamento di *Analisi Matematica IIA* è il primo di due moduli, il secondo dei quali (*Analisi Matematica IIB*) è svolto al secondo anno di corso.

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

E' 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 2005-2006 verranno presentati i contenuti dei corsi opzionali suggeriti nei percorsi di studio. Inoltre, da settembre opererà una commissione "Percorsi di studio" alla quale gli studenti potranno rivolgersi per definire e presentare il loro percorso di studio o per discutere il loro piano di studio individuale secondo le regole burocratiche che verranno stabilite dall'Ateneo.

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). I criteri di merito per l'individuazione dei beneficiari e l'entità dei rimborsi saranno stabiliti e resi noti a breve, presumibilmente entro il prossimo mese di settembre.

Lo studente che desidera iscriversi al Corso di Laurea deve avere una buona preparazione sui programmi di aritmetica, algebra, geometria e trigonometria svolti nelle scuole secondarie superiori. Ogni studente che si iscrive al Corso di Laurea si deve sottoporre a una prova di valutazione atta a verificare il soddisfacimento o meno dei prerequisiti sopra esposti. Nei giorni antecedenti l'inizio delle lezioni (19-23 settembre 2005) verrà tenuto un precorso di approfondimento dei prerequisiti. La prova di autovalutazione viene svolta

il primo giorno del calendario accademico. Il risultato del test di ingresso viene comunicato allo studente con procedura riservata.

Per pubblicizzare l'iniziativa e per permettere agli studenti delle scuole medie superiori di esercitarsi, è disponibile in rete, alla pagina web del Corso di Laurea in Fisica (www.fi.infn.it/attdid/didattica/quiz/istrquiz.html), un prototipo di test, redatto secondo i criteri e con il grado di difficoltà di quello ufficiale. Il questionario fornisce in linea la valutazione e dà a colui che lo compila un'indicazione delle lacune eventualmente presenti, suggerendo anche metodi per sanare i debiti e indicando nomi di docenti del Corso di Laurea in Fisica disponibili a dare suggerimenti.

6. Tutorato

Per ogni studente del primo anno viene nominato un tutore al quale lo studente può rivolgersi, nel corso degli anni, per consigli sulle scelte riguardanti il curriculum e l'organizzazione degli studi.

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. L'attestazione di frequenza è rilasciata dal titolare dell'insegnamento alla fine del corso o all'atto della registrazione dell'esame.

Per i corsi con esercitazioni di laboratorio o di laboratorio informatico la frequenza è obbligatoria e accertata ad ogni seduta di laboratorio.

Per sostenere l'esame di un insegnamento del Corso di Laurea, lo studente deve essere in possesso della attestazione di frequenza di quel corso. Lo studente può seguire qualunque insegnamento riportato nel Manifesto degli Studi e ottenere la relativa attestazione di frequenza.

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 2005-2006 il calendario dei trimestri è il seguente:

I Trimestre (Primo anno): 26 Settembre 2005 - 2 Dicembre 2005

I Trimestre (Secondo e terzo anno): 3 Ottobre 2005 - 2 Dicembre 2005

II Trimestre: 16 Gennaio 2006 - 18 Marzo 2006

III Trimestre: 20 Aprile 2006 - 22 Giugno 2006

Per l'anno accademico 2004-2005 il calendario delle sessioni di laurea è il seguente:

28 Giugno 2005

19 Luglio 2005

29 Settembre 2005

13 Dicembre 2005

24 Gennaio 2006

21 Marzo 2006

26 Aprile 2006

Per l'anno accademico 2005-2006 gli appelli di laurea verranno stabiliti e comunicati successivamente.

Vacanze ufficiali durante i periodi di lezione:

•I Trimestre: 1 Novembre 2005

•II Trimestre: -

•III Trimestre: 25 Aprile 2006, 1 Maggio 2006, 2 giugno 2006

11. Insegnamenti

Gli insegnamenti previsti per l'anno accademico 2005-2006 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 I	9	Analisi matematica IIB	6
	Geometria	9	Campi elettromagnetici stazionari	6
	Inglese*	3	Esperimentazioni IIA	6
			Informatica-complementi	3
II trim.	Cinematica e Meccanica**	9	Metodi matematici	6
	Esperimentazioni IA	6	Onde elettromagnetiche	6
	Analisi matematica IIA	3	Esperimentazioni IIB	6
			Tecniche computazionali I *	3
III trim.	Fluidi/Termodinamica	6	Relatività/ Ottica/Quanti	6
	Esperimentazioni IB	6	Meccanica analitica	6
	Chimica**	6	Esperimentazioni IIC	6
	Informatica di base	3		

** Collocazione temporale che potrà essere variata, con delibera del Consiglio di Corso di Laurea, prima dell'inizio del II trimestre.

III anno Scienze Fisiche

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

* Accertamento tramite idoneità.

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

12. Verifica dell'efficacia didattica

Ogni titolare di insegnamento è invitato a verificare l'efficacia didattica del proprio corso, in particolare:

- valutando, durante le lezioni e le esercitazioni del corso, il livello di rispondenza degli studenti ed il soddisfacimento dei prerequisiti;
- registrando il numero degli studenti che entro un anno solare dalla data di fine corso hanno superato l'esame e confrontando tale numero con quello di coloro che hanno frequentato le lezioni del corso.

Se il docente rileva problemi riguardo a questi o ad altri aspetti comunque attinenti al proprio corso, sarà sua cura segnalarli al Corso di Laurea e alla Commissione Didattica paritetica, fornendo una relazione mirata a individuare le possibili cause del problema, nonché a suggerire possibili interventi.

Dopo l'ultimo appello di settembre di ogni anno accademico, la Commissione Didattica paritetica, in collaborazione con i docenti dei corsi, presenta una valutazione sulla efficacia della didattica predisposta nell'anno accademico precedente e la illustra al primo Consiglio di Corso di Laurea successivo. Anche sulla base di questa relazione, il Consiglio di Corso di Laurea introduce nel successivo Manifesto del Corso di Laurea le modifiche ritenute più adatte a migliorare la qualità dell'offerta didattica.

13. Riferimenti

- Presidente Corso di Laurea:
Prof. E.Landi Degl'Innocenti Tel. 055-4572090, Fax 055-4572121
e-mail: elandi@arcetri.astro.it
- Delegato all'Orientamento:
Prof. A. Stefanini Tel. 055-4572269, Fax 055-4572121
e-mail: stefanini@fi.infn.it
- Rappresentanti degli Studenti nel Consiglio di Corso di Laurea:
S. Chierchini e-mail: simone.chierchini@aliceposta.it
L. Cortese e-mail: l_cortese@studenti.fisica.unifi.it
L. Lori e-mail: pixol@katamail.com
C. Michelagnoli e-mail: mcate@hotmail.it
F. Porri e-mail: porriflavio@libero.it

APPENDICE

•Analisi Matematica I:

- *titolare*: Prof. G. Villari
- *anno di corso, tipologia, curriculum*: I, a, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo*: I trimestre
- *numero crediti, accredit., settore*: 9, standard, MAT/05
- *programma sintetico*: Numeri reali. Successioni e funzioni reali. Limiti di successioni e di funzioni. Funzioni elementari. Infiniti ed infinitesimi. Funzioni continue. Funzioni derivabili e proprietà. Minimi e massimi relativi. Studio del grafico di una funzione. Formula di Taylor. Funzioni di reali di due variabili reali: limite, continuità, derivata lungo una direzione e derivate parziali, funzioni differenziabili e derivate successive. Massimi e minimi relativi per funzioni di due variabili. Integrale di Riemann. Integrazione delle funzioni continue. Teorema fondamentale del calcolo integrale. Primitive. Integrale indefinito. Integrale di Riemann di funzioni continue su domini normali in \mathbb{R}^2 . Cambiamento di variabili negli integrali multipli. Cenni sull'integrale di Riemann in \mathbb{R}^3 .

•Analisi Matematica IIA:

- *titolare*: Prof. G. Villari
- *anno di corso, tipologia, curriculum*: I, a, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo*: II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore*: 3, standard o modulare con An. Mat. IIB, MAT/05
- *programma sintetico*: Curve in \mathbb{R}^2 e \mathbb{R}^3 . Lunghezza di una curva. Integrale curvilineo di funzioni continue. Superfici regolari in \mathbb{R}^3 . Analisi vettoriale. Campi vettoriali conservativi. Cenni sulla formula di Stokes e sul teorema della divergenza. Funzioni implicite in due variabili e massimi e minimi vincolati.

•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
- *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
- *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. M. Ademollo
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Scienze Fisiche
- *periodo:* II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/02
- *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. N. Taccetti
- *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
- *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.

• **Chimica:**

- *titolare:* Prof. A. Vacca
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* I, c, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo:* III trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, CHIM/03
- *Programma sintetico:* Fondamenti della teoria atomica. Reazioni chimiche. Stechiometria. Cenni di struttura elettronica degli atomi e del legame chimico. Gas, liquidi, soluzioni. Equilibrio chimico. Cinetica chimica. Elettrochimica.

• **Cinematica e Meccanica:**

- *titolare:* Prof. M. Colocci
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* I, b, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo:* II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 9, standard, FIS/01
- *programma sintetico:* Sistemi di riferimento, trasformazioni. Cinematica del punto materiale e dei mezzi continui: corpi rigidi. Statica e dinamica del punto materiale e dei corpi estesi. Campi di forze conservativi. Gravitazione universale.

• **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
- *programma sintetico:* Spazi di Lebesgue e spazi di Sobolev. Nozioni di analisi funzionale: spazi di Hilbert e di Banach. Cenni su alcune equazioni significative della fisica matematica.

• **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
- *programma sintetico:* Legame chimico. Teoria dell'orbitale molecolare. Chimica di coordinazione. Spettroscopia di risonanza magnetica nucleare. Equilibri in soluzione acquosa.

• **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
- *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
- *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. Sistemi fuori equilibrio, trasporto ed iniezione. Giunzione p-n, metallo-semiconduttore e applicazioni: laser a semiconduttore e LED. Transistor, bipolare e MOSFET. Eterogiunzioni e strutture a bassa dimensionalità. Diodo tunnel e resistenza differenziale negativa.

• **Esperimentazioni IA + Esperimentazioni IB:**

- *titolare (Esp.IA):* Prof. O.Adriani
- *titolare (Esp.IB):* Prof. A.Stefanini
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* I, b (lab.), Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo (Esp.IA):* II trimestre
- *periodo (Esp.IB):* III trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6+6, standard o modulare, FIS/01
- *programma sintetico (Esp.IA+Esp.IB):* Grandezze fisiche: definizione operativa, equazioni dimensionali, sistemi di unità di misura. Misure in fisica: errori sistematici e casuali. Analisi statistica dei dati sperimentali. Distribuzione di Gauss. Metodo dei Minimi quadrati. Esperienze di meccanica. Ottica geometrica. Riflessione e rifrazione.

Prismi e lenti sottili. Sistemi ottici composti. Esperienze di ottica, calorimetria e di meccanica dei fluidi.

•**Esperimentazioni IIA + IIB + IIC:**

- titolare (Esp.IIA): Prof. E.Focardi
- 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
- 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. IIIB), FIS/01
- programma sintetico: Richiami dei concetti base del Calcolo delle Probabilità. La densità di probabilità e le funzioni di distribuzione. Trasformazioni di densità di probabilità. Funzione caratteristica. I limiti della distribuzione binomiale e della distribuzione di Poisson. Distribuzione gaussiana multivariata. Ellisse di covarianza. Teorema del limite centrale. Concetti di Statistica. Random sampling. Distribuzione di χ^2 e sue proprietà. Varianza empirica. Conteggi e errore statistico. Estimatori dei parametri (Fit di dati): Criterio di Massima Verosimiglianza ed estimatori dei parametri. Il Metodo dei Minimi Quadrati e il raccordo con il Criterio di Massima Verosimiglianza. Proprietà degli estimatori. Stesura di un programma di Fit. Esperimenti in laboratorio: Misura della vita media del muone, misure con 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
- 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
- *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
- *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.

•**Fluidi/Termodinamica:**

- *titolare:* Prof. E. Landi Degl'Innocenti
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* I, b, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo:* III trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/01
- *programma sintetico:* La statica dei fluidi. Il principio di Pascal e la legge fondamentale dell'idrostatica. La legge di Stevino. L'esperienza di Torricelli. Il principio di Archimede. Fenomeni superficiali e capillarità. La cinematica dei fluidi. La dinamica dei fluidi ideali e il teorema di Bernoulli. Onde di pressione e di gravità. Viscosità. La legge di Poiseuille. Il moto vorticoso. Termometria. Le leggi dei gas. Teoria cinetica. Calorimetria. La trasmissione del calore. Il primo e il secondo principio della termodinamica. Le macchine termiche e il teorema di Carnot. Definizione termodinamica di temperatura. La disuguaglianza di Clausius e la definizione di entropia. Il significato statistico dell'entropia. L'entalpia e i potenziali termodinamici

•**Geometria:**

- *titolare:* Prof. G. Patrizio
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* I, a, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo:* I trimestre

- *numero crediti, accredit., settore:* 9, standard, MAT/03
- *programma sintetico:* Campi e numeri complessi. Sistemi di equazioni lineari. Spazi vettoriali e applicazioni lineari. Matrici. Autovalori e autovettori. Elementi di geometria analitica del piano e dello spazio.

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

- *titolare:* Bando
- *anno di corso, tipologia, curriculum (Info-base):* I, a (laboratorio inform.), Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *anno di corso, tipologia, curriculum (Info-compl.):* II, f (laboratorio inform.), Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo (Info-base):* III trimestre
- *periodo (Info-compl.):* I trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 3+3, standard o modulare, INF/01
- *Programma sintetico (Info-base):* Algoritmi e programmi. Analisi di un problema e definizione dell'algoritmo di risoluzione. Diagrammi di flusso. Macchina astratta ed esecutore di un linguaggio. Linguaggi di programmazione e codifica delle istruzioni e dei dati. Concetti generali di programmazione. Programmazione in C. Struttura di base di un calcolatore. Organizzazione per livelli. Unità di elaborazione, memoria, bus e periferiche. Linguaggio e funzionamento della macchina. Evoluzione delle architetture di base. Interfaccia di ingresso/uscita. Struttura di un sistema operativo.

- *Programma sintetico (Info-compl.):* Complementi di algoritmica e di programmazione. Programmazione in C: File. Tipi derivati e classi di memoria. Strutture dati e loro implementazione in C: Liste. Pile. Code. Simulazione di un sistema di particelle.

• **Istituzioni di astrofisica:**

- *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/05
- *programma sintetico:* Astrofisica come applicazione su grande scala di leggi dedotte in laboratorio. Acquisizione e interpretazione dei segnali elettromagnetici, particellari e gravitazionali che provengono dal cosmo. La gravità e i suoi effetti: formazione delle stelle e collasso. La struttura del Sole e delle stelle.

• **Istituzioni di astrofisica teorica:**

- *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/02
- *programma sintetico:* I campi magnetici in astrofisica. Stelle compatte: nane bianche, stelle di neutroni, buchi neri. Pulsars e residui di supernove. Accelerazione di particelle. Nuclei galattici attivi. Introduzione alla cosmologia: il modello cosmologico standard. Storia termica dell'Universo. Scenari per la dinamica futura dell'Universo. Materia oscura.

•**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
- *programma sintetico:* La scoperta del nucleo atomico e lo scattering di Coulomb. Proprietà statiche dei nuclei. Cenno ai modelli nucleari. Interazione delle particelle cariche veloci con la materia. Principi della rivelazione delle particelle subatomiche. Interazioni fra nucleoni. Il deutone. Scattering nucleone-nucleone. Cenni alle reazioni nucleari e agli acceleratori di particelle. Il decadimento radioattivo. Decadimento alfa, beta e gamma. La fissione nucleare. La fusione nucleare. Leptoni e quarks. Modello a quark: mesoni e barioni. Simmetrie, leggi di conservazione.

•**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
- *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
- *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
- *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
- *programma sintetico:* Elementi di fisica del laser. Vari tipi di laser. Generazione e controllo di impulsi brevi. Generazione e controllo della frequenza di emissione. Fibre ottiche. Applicazioni: scientifiche, industriali, telecomunicazioni, biomediche.

• **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
- *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
- *programma sintetico:* Richiami dal programma del corso di “Relatività/Ottica/Quanti”. Funzione d’onda e principio di sovrapposizione. Osservabili come operatori; autovalori e misure. Regole di quantizzazione. Applicazioni elementari: equazione di Schrodinger stazionaria, casi unidimensionali, oscillatore armonico. Atomo d’idrogeno: trattazione analitica. Momento angolare e spin, regole di commutazione e operatori d’innalzamento e di abbassamento. Funzioni d’onda spinoriali. Somma di due momenti angolari. Cenni ai metodi di approssimazione. Struttura fine dell’atomo d’idrogeno, effetto Zeeman. Cenni al problema delle particelle identiche. Principio di Pauli. Bosoni e fermioni.

• **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
- *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. Giovanni Martucci
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* II, b, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo:* II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/02
- *programma sintetico:* Funzioni di variabile complessa. Teorema di Cauchy. Sviluppj 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. R. Casalbuoni
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* II, b, Scienze Fisiche e Tecn. Fisiche
- *periodo:* III trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/01
- *programma sintetico (Relatività):* Principio di relatività di Einstein. La relatività della simultaneità. 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 (Ottica):* Propagazione delle onde. Interferenza. Diffrazione. Ottica geometrica.
- *programma sintetico (Quanti):* Le costanti fondamentali della fisica atomica. La teoria di Planck della radiazione termica. L'effetto fotoelettrico. L'effetto Compton e la radiazione di frenamento; il fotone come particella. Il modello atomico di Bohr e i livelli d'energia; 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
- *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 Tecn. Fisiche
- *periodo:* II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 3, idoneità
- *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
- *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
- *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 radiazione ionizzante:**

- *titolare:* Prof. A. Stefanini
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Tecn. Fisiche
- *periodo:* II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/01
- *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 γ con la materia. Coefficienti di attenuazione. Classificazione dei rivelatori di radiazioni ionizzanti. Principi fisici della scintillazione. Fotomoltiplicatori e partitori. Principi fisici del funzionamento dei rivelatori a gas. Modi di funzionamento. Elettronica di front-end e di acquisizione per i vari rivelatori. Cenni di dosimetria.

•**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
- *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:* Bando, Prof. E. Pace
- *anno di corso, tipologia, curriculum:* III, b, Tecn. Fisiche
- *periodo:* II trimestre
- *numero crediti, accredit., settore:* 6, standard, FIS/01
- *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.