



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

**Sconti speciali per studenti e docenti
su testi universitari e varia**

**Tessere omaggio
Cancelleria**

**Postazioni multimediali
per ricerche bibliografiche**

LIBRERIA

UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE

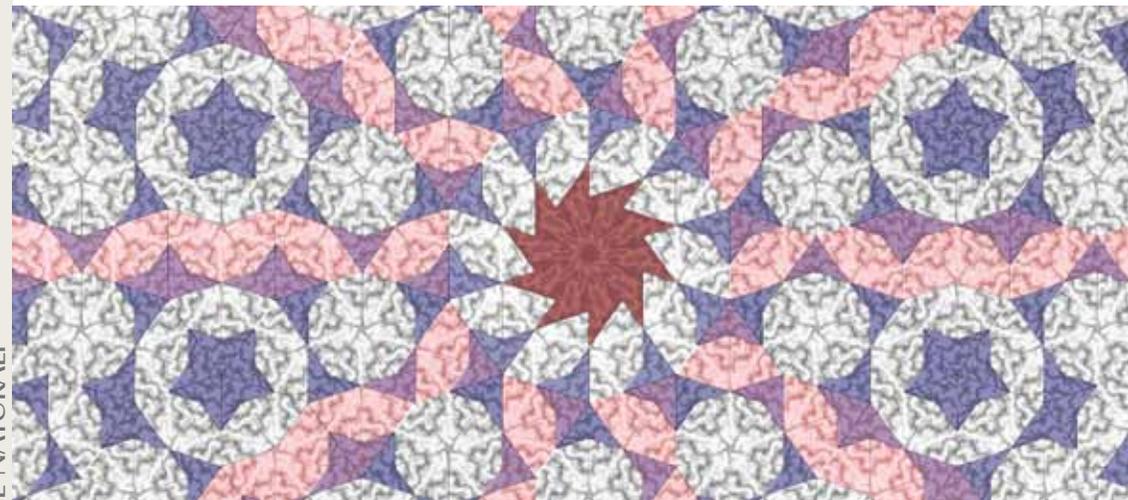


www.bs.unicatt.it/libreria

SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

Brescia - 2012/2013

Facoltà di **Scienze matematiche, fisiche e naturali**



Guida dello studente

Brescia
a.a. 2012 - 2013



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE
25121 BRESCIA – via Trieste, 17

**GUIDA
DELLA FACOLTÀ DI
SCIENZE MATEMATICHE,
FISICHE E NATURALI**

Piani di studio

Laurea triennale
Laurea magistrale

ANNO ACCADEMICO 2012/2013

Nella Libreria dell'Università Cattolica, in Via Trieste 17/D, possono essere acquistati tutti i libri di testo indicati nella bibliografia dei singoli corsi.

INDICE

Saluto del Rettore	pag.	5
Finalità e struttura dell'Università Cattolica del Sacro Cuore	pag.	7
Carattere e Finalità	pag.	7
Organi e strutture accademiche	pag.	8
Organi e strutture amministrative	pag.	9
I percorsi di studio nell'ordinamento vigente	pag.	11

PRESENTAZIONE DELLA FACOLTÀ

La Facoltà e il suo sviluppo	pag.	17
Il corpo docente	pag.	19

PIANI DI STUDIO

Corsi di laurea attivi nell'a.a. 2012/2013	pag.	23
Le regole comuni	pag.	24
<i>Lauree triennali</i>	pag.	27
Laurea in Matematica	pag.	27
- Piano degli studi per gli studenti immatricolati nell'a.a. 2012/2013	pag.	28
- Piano degli studi per gli studenti che nell'a.a. 2012/2013 si iscrivono al II e III anno di corso	pag.	29
Laurea in Fisica	pag.	31
- Piano degli studi	pag.	32
Elenco degli insegnamenti attivati	pag.	34
Elenco delle mutazioni attivate	pag.	35

<i>Lauree magistrali</i>	pag.	36
Laurea in Matematica	pag.	36
- Piano degli studi	pag.	37
Laurea in Fisica	pag.	40
- Piano degli studi per gli studenti immatricolati nell'a.a. 2012/2013	pag.	41
- Piano degli studi per gli studenti immatricolati nell'a.a. 2011/2012	pag.	42
Elenco degli insegnamenti attivati	pag.	44
Elenco delle mutuaioni attivate	pag.	45

CALENDARIO DEI CORSI

Corsi di studio	pag.	46
Programmi dei corsi	pag.	53
Elenco degli insegnamenti e relativi docenti incaricati	pag.	54
Corsi di Teologia	pag.	57
Servizio Linguistico d'Ateneo (SeLdA).....	pag.	58
Norme amministrative	pag.	61
Servizi dell'Università per gli studenti	pag.	83

Gentile Studente,

gli anni universitari rappresentano uno dei momenti più belli e felici nella crescita umana e professionale di ogni persona. Tanto più lo sono nella nostra Università, che si distingue per l'offerta formativa articolata e pluridisciplinare, per la metodologia rigorosa degli studi e della ricerca scientifica, per lo stretto legame con il mondo del lavoro e delle professioni, per le molteplici opportunità, aperte agli studenti, di stage ed esperienze internazionali.

L'Università Cattolica del Sacro Cuore è il più importante Ateneo cattolico d'Europa. È anche l'unica Università italiana che può vantare una dimensione veramente nazionale, con cinque sedi: Milano, Brescia, Piacenza-Cremona, Campobasso e Roma con il Policlinico universitario "Agostino Gemelli". A partire dalla fondazione milanese del nostro Ateneo, nel 1921, migliaia di persone si sono laureate in Università Cattolica raggiungendo traguardi rilevanti e spesso eccellenti nei diversi ambiti professionali.

Come Università Cattolica - una Università che ha iscritte nel proprio codice genetico la vocazione universale e la fedeltà al Vangelo - il nostro Ateneo vuole essere il luogo speciale dove realizzare un dialogo fecondo con gli uomini di tutte le culture, alla luce dell'amicizia tra ragione e fede. Come comunità di vita e ricerca, l'Università chiede agli studenti di partecipare intensamente e costantemente alla vita accademica, usando nel modo migliore le numerose occasioni di crescita che essa offre quotidianamente.

Con i suoi corsi di laurea, con i master di primo e secondo livello, con i dottorati di ricerca e le Alte Scuole, l'Università Cattolica del Sacro Cuore dà la possibilità di vivere in pienezza e con soddisfazione l'impegno dello studio e l'incontro con i docenti.

Questa guida, destinata ad accompagnare i Suoi studi nel nuovo anno accademico, offre tutte le informazioni essenziali per conoscere la Sua facoltà e il programma dei corsi, che potrà trovare, insieme a molte altre informazioni, anche sul sito web <http://brescia.unicatt.it/scienzematematiche>.

La presenza di quattordici facoltà, ciascuna a fianco dell'altra nell'unico grande campus nazionale dell'Università Cattolica, Le permetterà di vivere un'esperienza autentica di crescita universitaria.

Grazie al suo alto prestigio nazionale e internazionale, l'Università Cattolica Le fornirà non solo le necessarie competenze professionali, ma anche quel metodo e quella più ampia prospettiva culturale, che nascono dal quotidiano confronto interdisciplinare. E ciò all'interno di un progetto educativo, orientato a far sì che i nostri giovani possano coltivare con passione le loro aspirazioni e guardare, con fiducia e realismo, a quel futuro la cui costruzione è già parte del nostro presente.

Il Rettore

FINALITÀ E STRUTTURA DELL'UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE

CARATTERE E FINALITÀ

Il carattere e le finalità dell'Università Cattolica, giuridicamente riconosciuta con R.D. 2 ottobre 1924, n.1661, sono espone nell'art. 1 dello Statuto, approvato con Decreto Rettorale il 24 ottobre 1996, il cui secondo comma recita:

«L'Università Cattolica è una comunità accademica che contribuisce allo sviluppo degli studi, della ricerca scientifica e alla preparazione dei giovani alla ricerca, all'insegnamento, agli uffici pubblici e privati e alle professioni libere. L'Università Cattolica adempie a tali compiti attraverso un'istruzione superiore adeguata e una educazione informata ai principi del cristianesimo, nel rispetto dell'autonomia propria di ogni forma del sapere, e secondo una concezione della scienza posta al servizio della persona umana e della convivenza civile, conformemente ai principi della dottrina cattolica e in coerenza con la natura universale del cattolicesimo e con le sue alte e specifiche esigenze di libertà».

La qualifica di “cattolica” e la fedeltà alla Chiesa rappresentano per l'Ateneo del Sacro Cuore una condizione e una opportunità irrinunciabili per affrontare con rigore scientifico e apertura intellettuale sia la ricerca sia l'insegnamento in tutti i campi del sapere e in particolare rispetto alle grandi questioni del nostro tempo.

La ricerca scientifica viene interpretata e vissuta nel suo nesso con l'antropologia e con l'etica, nell'orizzonte della fede cristiana; ciò ha consentito e consente all'Università Cattolica di consolidarsi come luogo naturale di dialogo sincero e di confronto appassionato con tutte le altre culture.

A tutti coloro che desiderano e accettano liberamente di far parte della Università Cattolica si richiede consapevolezza delle finalità scientifiche e pedagogiche dell'Ateneo, e l'impegno a rispettarle e valorizzarle. Si richiede e si auspica, inoltre, che tale consapevolezza si traduca anche nell'agire personale, in collaborazione leale ed operosa con tutte le componenti dell'Università, evitando atteggiamenti e comportamenti non conformi ai valori e ai principi ispiratori dell'Ateneo.

ORGANI E STRUTTURE ACCADEMICHE

Rettore e Pro-Rettori

Il Rettore è la più alta autorità accademica, rappresenta legalmente l'Università Cattolica, convoca e presiede il Consiglio di amministrazione, il Comitato direttivo, il Senato accademico e la Consulta di Ateneo.

Promuove la convergenza dell'operato di tutte le componenti la comunità universitaria per il conseguimento dei fini propri dell'Università Cattolica. Può nominare uno o più Pro-Rettori di cui uno con funzioni vicarie. Ad essi può delegare l'esercizio di specifiche funzioni.

Il Rettore dura in carica quattro anni accademici ed è riconfermabile per non più di due mandati consecutivi.

Senato accademico

È composto dal Rettore che lo presiede, e dai Presidi di Facoltà. È un organo collegiale che delibera su argomenti che investono questioni didattico-scientifiche di interesse generale per l'Ateneo. Spettano al Senato Accademico tutte le competenze relative all'ordinamento, alla programmazione e al coordinamento delle attività didattiche e di ricerca.

Preside di Facoltà

Il Preside viene eletto tra i professori di prima fascia ed è nominato dal Rettore. Il Preside è eletto dai professori di prima e seconda fascia.

Dura in carica quattro anni accademici ed è rieleggibile per non più di due mandati consecutivi.

Il Preside della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali è il Prof. Alfredo Marzocchi.

Consiglio di Facoltà

Il Consiglio di Facoltà è composto da tutti i professori di ruolo e fuori ruolo di prima e seconda fascia, dai rappresentanti dei ricercatori universitari, dai professori incaricati dei corsi e dai rappresentanti degli studenti.

Il Consiglio di Facoltà programma lo sviluppo dell'attività didattica, ne organizza e ne coordina il funzionamento, propone le modifiche da apportare all'ordinamento didattico come previsto dallo Statuto.

ORGANI E STRUTTURE AMMINISTRATIVE

Consiglio di amministrazione

Al Consiglio di amministrazione spettano i più ampi poteri, tanto di ordinaria quanto di straordinaria amministrazione, per il governo dell'Università Cattolica. Il Consiglio di amministrazione è composto da diciotto membri: dal Rettore che lo presiede; da dieci membri nominati dall'ente morale Istituto Giuseppe Toniolo di Studi superiori; da un rappresentante della Santa Sede; da un rappresentante della Conferenza Episcopale Italiana; da un rappresentante del Governo; da un rappresentante dell'Azione Cattolica Italiana; da tre membri eletti dai professori di prima e seconda fascia tra i professori di prima fascia delle sedi dell'Università.

Direttore amministrativo

Il Direttore amministrativo è a capo degli uffici e dei servizi dell'Ateneo e ne dirige e coordina l'attività. Esplica una generale attività di indirizzo, direzione e controllo nei confronti del personale amministrativo e tecnico. È responsabile dell'osservanza delle norme legislative e regolamentari di Ateneo, dà attuazione alle deliberazioni degli organi collegiali ai sensi dello Statuto.

Il Direttore amministrativo è nominato dal Consiglio di amministrazione, su proposta del Rettore.

Il Direttore amministrativo in carica è il Prof. Marco Elefanti.

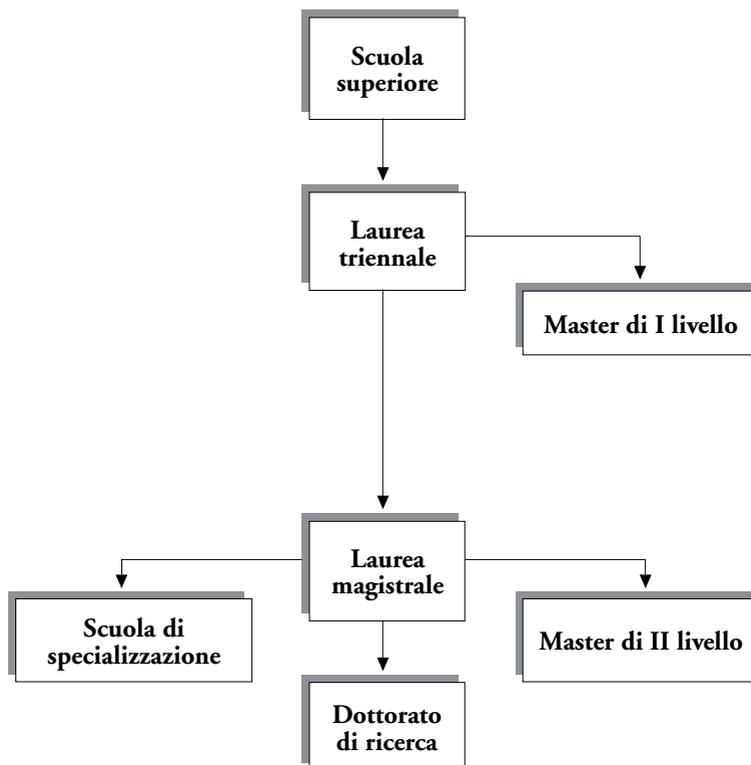
Direttore di Sede

Il Direttore di Sede è responsabile del funzionamento della gestione locale e del raggiungimento degli obiettivi assegnati nell'ambito delle linee di indirizzo e coordinamento generale di competenza del Direttore amministrativo e di quanto stabilito dal Consiglio di amministrazione.

Il Direttore di sede è nominato dal Rettore, previa delibera del Consiglio di amministrazione, su proposta del Direttore amministrativo.

Il Direttore in carica per la sede di Brescia è il Dott. Luigi Morgano.

I PERCORSI DI STUDIO NELL'ORDINAMENTO VIGENTE
(DECRETO MINISTERIALE N. 270/2004)



Laurea

I corsi di laurea di durata triennale sono istituiti all'interno di 43 classi ministeriali che li raggruppano in base a obiettivi formativi comuni.

La laurea ha lo scopo di assicurare un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici e l'acquisizione di specifiche conoscenze professionali. Si potrà spendere questo titolo immediatamente, entrando nel mercato del lavoro, oppure si potrà continuare il percorso universitario iscrivendosi ad una laurea magistrale. Per ottenere il titolo occorre aver conseguito 180 crediti formativi universitari (CFU).

A coloro che conseguono la laurea triennale compete la qualifica accademica di Dottore.

Laurea magistrale

I corsi di laurea magistrale, che sostituiranno i corsi di laurea specialistica, sono istituiti all'interno di 95 classi ministeriali che li raggruppano in base a obiettivi formativi comuni.

La laurea magistrale, di durata biennale, ha come obiettivo quello di fornire una formazione di livello avanzato per poter esercitare attività molto qualificate in ambiti specifici.

Per ottenere il titolo occorre aver conseguito 120 crediti formativi universitari.

Sono previste anche lauree magistrali a ciclo unico articolate su 5/6 anni di corso. In questo caso per ottenere il titolo occorre aver conseguito 300/360 crediti formativi universitari.

A coloro che conseguono una laurea magistrale compete la qualifica di Dottore Magistrale.

Master

È un'ulteriore possibilità per approfondire la formazione dopo la laurea. (Master di primo livello) o dopo la laurea magistrale (Master di secondo livello). Un Master ha durata annuale e prevede la partecipazione a uno o più tirocini presso enti o aziende convenzionate. Per ottenere il titolo occorre aver conseguito 60 crediti formativi universitari.

Scuola di specializzazione

La scuola di specializzazione ha l'obiettivo di fornire allo studente conoscenze e abilità per funzioni richieste nell'esercizio di particolari attività professionali e può essere istituita esclusivamente nell'applicazione di specifiche norme di legge o direttive dell'Unione Europea.

Dottorato di ricerca

È un percorso destinato soprattutto a chi vorrà intraprendere la carriera accademica. Si può conseguire solo dopo la laurea magistrale e prevede 3 o 4 anni di studio. A coloro che conseguono il dottorato di ricerca compete la qualifica di Dottore di ricerca.

LE CLASSI DISCIPLINARI

Ogni laurea, comprese quelle magistrali, fa riferimento a una classe ministeriale che detta le caratteristiche indispensabili dell'offerta formativa. Ogni università può realizzare lo schema della classe caratterizzandola con alcune ulteriori peculiarità. Oltre alla denominazione attribuita dall'Università Cattolica alle lauree e alle lauree magistrali è quindi importante fare attenzione alla classe a cui i vari corsi si riferiscono.

IL CREDITO FORMATIVO

Il credito è un'unità di misura che indica la quantità di impegno richiesta agli studenti per svolgere le attività di apprendimento sia in aula sia attraverso lo studio individuale. Un credito formativo corrisponde a 25 ore di impegno complessivo. La quantità di impegno, che uno studente deve svolgere mediamente in un anno, è fissata convenzionalmente in 60 crediti formativi universitari.

I crediti non sostituiscono il voto dell'esame.

Il *voto* misura il profitto, il *credito* misura il raggiungimento del traguardo formativo.

PRESENTAZIONE DELLA FACOLTÀ

La Facoltà e il suo sviluppo

Storia

La Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore è nata nel 1971 con il Corso di laurea in Matematica, dapprima con l'indirizzo didattico, poi con l'indirizzo applicativo e con quello generale. Nel 1997 è stato attivato il Corso di laurea in Fisica con gli indirizzi di Fisica della materia, Fisica ambientale e di Fisica dei biosistemi. A partire dall'anno 2000 si è provveduto all'allestimento della nuova sede del Buon Pastore in via dei Musei 41, con spazi per la didattica e per i laboratori di Informatica e di Fisica, sia per la didattica, sia per la ricerca, tra i quali i laboratori di Fisica della materia, allestiti con il contributo dell'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia.

Evoluzione dell'offerta formativa

La Facoltà, fin dalla sua nascita, si è adoperata, nell'ambito delle normative di legge, per fornire un'offerta formativa aggiornata e di qualità. Nei vari passaggi di riforma degli ordinamenti universitari, il Consiglio della Facoltà ha via via adeguato e arricchito l'offerta formativa attenendosi ai seguenti criteri:

- mantenere un elevato livello di preparazione di base, che copra tutti i gradi dell'istruzione universitaria fino al Dottorato di ricerca, per richiamare gli studenti orientati ad una preparazione qualitativamente elevata;
- individuare alcuni percorsi formativi professionalizzanti, che rientrano nella tradizione della Facoltà e costituiscono anche un'apertura alle svariate applicazioni delle Scienze alle esigenze della società attuale.

Inoltre, per coloro che intendano proseguire il loro percorso formativo dopo la laurea triennale, sono attive anche le lauree magistrali in *Matematica* e in *Fisica*. Va ricordato, infine, che è attivo da anni il Dottorato di ricerca in *Matematica*, in consorzio con l'Università di Milano-Bicocca, e in *Fisica*, in consorzio con l'Università degli Studi di Milano.

Obiettivi dei corsi di laurea

Ogni corso di laurea ha propri obiettivi, che includono l'acquisizione sia di conoscenze scientifiche di base, sia di specifiche competenze utili all'inserimento in contesti professionali, ma soprattutto volti ad acquisire capacità di osservazione, formalizzazione, astrazione e senso critico tipici delle Scienze matematiche e fisiche. Inoltre, tutti i corsi hanno in comune l'obiettivo di formare laureati con competenze complementari, quali: l'uso scritto e orale della lingua inglese, la pratica nell'utilizzo di strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione, la capacità di pronto

inserimento negli ambienti di lavoro e la capacità di collaborare con altre persone alla riuscita di un comune obiettivo.

La Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore non viene poi meno alla sua vocazione originaria di formare i docenti per la scuola secondaria. Ciò si realizza, in particolare, attraverso la collaborazione della Facoltà con il Piano Lauree Scientifiche e con iniziative specifiche rivolte a insegnanti di ogni grado.

Nell'ambito della ricerca, la Facoltà, forte ormai di una buona base di competenze qualificate, sta impostando nuovi collegamenti con realtà esterne per valorizzare i frutti della ricerca d'avanguardia dei propri docenti e ricercatori e soprattutto, attraverso collaborazioni di ricerca e partecipazioni a progetti internazionali, funge ormai da punto di riferimento negli ambiti scientifici ove essa opera.

Il corpo docente

Presidente: Alfredo Marzocchi

Professori ordinari e straordinari

Antonio Ballarin Denti, Marco Degiovanni, Maurizio Paolini, Maria Clara Tamburini.

Professori associati

Fausto Borgonovi, Clara Franchi, Giuseppe Nardelli, Stefano Pareglio, Silvia Pianta, Germano Resconi, Luigi Sangaletti, Mauro Spera, Daniele Tessera.

Ricercatori

Francesco Banfi, Emanuele Cavaliere, Giuseppe Celardo, Maria Chiesa, Gabriele Ferrini, Luca Gavioli, Giacomo Gerosa, Claudio Giannetti, Giulio Giuseppe Giusteri, Luca Lussardi, Giovanna Marchioni, Marco Marzocchi, Riccardo Marzuoli, Alessandro Musesti, Stefania Pagliara, Franco Pasquarelli.

PIANI DI STUDIO

CORSI DI LAUREA

Corsi di laurea di primo livello (triennale) in:

- **Matematica**
- **Fisica**

Corsi di laurea di secondo livello (magistrale) in:

- **Matematica**
- **Fisica**

LE REGOLE COMUNI

Attività formative

I corsi di laurea si articolano in attività formative che possono corrispondere ad insegnamenti (di discipline di base, caratterizzanti, affini e integrative o a scelta dello studente), laboratori, oppure apprendimento della lingua inglese, di ulteriori conoscenze linguistiche, di abilità informatiche e relazionali, di tirocini o altro, secondo quanto stabilito dal Consiglio di Facoltà. A ciascuna di tali attività viene attribuito un certo numero di crediti formativi universitari (CFU). L'elenco completo delle attività e dei crediti per ciascun corso di laurea è pubblicato nella Guida della Facoltà e on-line all'indirizzo http://brescia.unicatt.it/scienze_matematiche_fisiche_e_naturali_66.html

È prevista anche una prova finale, sia per la laurea triennale, sia per la laurea magistrale.

Oltre alle attività previste dai piani di studi per ogni corso di laurea, lo studente è tenuto a sostenere tre esami di Introduzione alla Teologia per la laurea triennale e uno per la laurea magistrale.

Durata

Per conseguire una laurea triennale, lo studente deve aver acquisito 180 CFU, mentre per la laurea magistrale occorrono 120 CFU. Per uno studente con adeguata preparazione iniziale ed impegnato a tempo pieno negli studi universitari, 180 CFU sono equivalenti normalmente a tre anni accademici, mentre, nelle stesse condizioni, 120 CFU corrispondono normalmente a due anni accademici.

Crediti formativi e impegno dello studente

Ogni CFU comporta circa 25 ore di lavoro per lo studente. Il tempo riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale è pari almeno al 60% dell'impegno complessivo. Per tutte le attività formative che prevedono lezioni ed esercitazioni in aula, le ore di didattica frontale per ogni credito sono circa 8. Le esercitazioni hanno carattere di studio guidato e mirano a sviluppare le capacità dello studente nel risolvere problemi ed esercizi, oppure sono poste a complemento degli argomenti trattati a lezione. Per le attività di laboratorio, il numero di ore dedicate alle lezioni e alla frequenza dei laboratori può anche superare le 10 ore per credito. Per queste attività, la presenza in laboratorio è necessaria per ottenere l'attestazione di frequenza.

Prove di valutazione

Tutte le attività formative che consentono l'acquisizione di CFU comportano una valutazione finale espressa da un'apposita commissione (commissione d'esame),

costituita secondo le norme contenute nel Regolamento didattico di Ateneo, che comprende il responsabile dell'attività stessa. Le procedure di valutazione constano, a seconda dei casi, in prove scritte, orali o altri procedimenti adatti a particolari tipi di attività. La valutazione viene espressa con un voto in trentesimi, con eventuale lode, salvo per le ulteriori attività formative (D.M. 270/04 art.10, comma 5, lettera d) indicate nel piano di studi approvato dalla Facoltà per le quali si useranno i due gradi "approvato" o "non approvato".

Piano degli studi

Ogni studente è tenuto a presentare, per ciascun anno di corso, nei tempi e con le modalità indicate mediante appositi avvisi, il piano degli studi che intende seguire nel rispetto delle opzioni formative acconsentite dalla presente Guida. Qualora lo studente non ottemperi all'obbligo di deposito del piano degli studi nei termini previsti dagli appositi avvisi, la Segreteria studenti ne assegnerà uno d'ufficio, sentito il Consiglio di Facoltà.

Attività opzionali e sovrannumerarie

Nella presentazione dei piani di studio può essere richiesta la scelta fra più attività, secondo le regole rappresentate nella presente Guida. Al riguardo, si segnala che non è possibile inserire attività presenti in corso di laurea di tipologia diversa da quello frequentato (triennale/magistrale), come, ad esempio, anticipare attività della laurea magistrale durante gli studi triennali. La possibilità di inserire attività in sovrannumero rispetto al minimo di CFU previsti per legge (180 per laurea triennale, 120 per laurea magistrale) comporta l'obbligo di sostenerne i relativi esami di profitto: lo studente non più interessato a conseguire crediti soprannumerari, dovrà dunque chiederne l'eliminazione dal proprio piano degli studi, entro il periodo annualmente previsto per il deposito del piano degli studi.

Vincolo di propedeuticità nel sostenimento degli esami di profitto

Lo studente può accedere alla valutazione delle singole attività didattiche rappresentate nel suo piano degli studi nel rispetto dei criteri di propedeuticità stabiliti dalla Facoltà. L'ordine di propedeuticità, ove previsto, è individuato dal numero (romano o arabo) che segue la denominazione dell'insegnamento (es. Algebra I e Algebra II, etc.); eventuali deroghe, annualmente stabilite, saranno adeguatamente pubblicizzate.

Nelle lauree magistrali non sussiste vincolo di propedeuticità nei termini sopra descritti; determinazioni di diverso segno verranno adeguatamente pubblicizzate.

Attività svolte all'esterno

Su richiesta dello studente e con l'approvazione del Consiglio di Facoltà, alcune attività formative (tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e

laboratori, oltre a soggiorni presso altre università italiane o straniere, anche nel quadro di accordi internazionali) possono essere svolte anche all'esterno dell'università. I relativi crediti sono attribuiti tenendo conto del contributo dell'attività al raggiungimento degli obiettivi formativi del corso di laurea.

Prova finale

La prova finale per il conseguimento della laurea *triennale* consiste nella discussione di un breve elaborato scritto, anche redatto in lingua inglese, che viene preparato dallo studente con la guida di un relatore, e presentato ad un'apposita commissione (commissione di laurea). Il voto di laurea viene espresso in centodecimi, con eventuale lode su parere unanime della commissione. La valutazione della prova finale tiene conto del curriculum dello studente, della sua maturità scientifica, della qualità dell'elaborato, nonché delle abilità acquisite riguardo alla comunicazione, la diffusione ed il reperimento delle informazioni scientifiche, anche con metodi bibliografici, informatici e telematici.

La prova finale per il conseguimento della laurea *magistrale* consiste nella discussione di un elaborato scritto, anche redatto in lingua inglese, che viene preparato dallo studente con la guida di un relatore, e presentato ad un'apposita commissione (commissione di laurea). Il voto di laurea viene espresso in centodecimi, con eventuale lode su parere unanime della commissione. La valutazione della prova finale tiene conto del curriculum dello studente, della sua maturità scientifica, della qualità e dell'originalità dell'elaborato, nonché delle abilità acquisite riguardo alla comunicazione, la diffusione ed il reperimento delle informazioni scientifiche, anche con metodi bibliografici, informatici e telematici.

Calendario dei corsi e degli esami

Gli insegnamenti sono articolati in due periodi di lezione di 13 settimane ciascuno. Sono previsti appelli d'esame nei mesi di gennaio-febbraio, giugno-luglio e settembre.

Informazioni disponibili in rete

Altre informazioni della Facoltà, dei corsi di laurea, dell'elenco degli insegnamenti attivati, dei docenti, del calendario, dei programmi dettagliati dei corsi (resi disponibili, mano a mano, dai singoli docenti), ed altro materiale utile, si trovano in rete all'indirizzo seguente: <http://brescia.unicatt.it/>

LAUREA TRIENNALE

MATEMATICA

(Classe di laurea L-35: Scienze matematiche)

Obiettivi formativi

I laureati nel corso di laurea devono:

- possedere approfondite conoscenze di base nell'area della matematica;
- possedere adeguate competenze computazionali e informatiche;
- acquisire le metodiche disciplinari ed essere in grado di comprendere e utilizzare descrizioni e modelli matematici di situazioni concrete di interesse scientifico o economico;
- essere in grado di utilizzare efficacemente, oltre l'italiano, la lingua inglese, in forma scritta e orale, nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali;
- possedere adeguate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione;
- essere capaci di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

Dopo la laurea

I laureati possono proseguire gli studi con un corso di laurea magistrale oppure svolgere attività professionali nel campo delle applicazioni della matematica in aziende pubbliche o private, nonché nella diffusione della cultura scientifica e nell'informatica.

Elenco delle attività formative e crediti ad esse attribuiti

Per conseguire la laurea in Matematica, lo studente deve aver acquisito 180 crediti formativi, equivalenti normalmente a tre anni accademici per uno studente con adeguata preparazione iniziale ed impegnato a tempo pieno negli studi universitari.

Piani di studio

Lo studente è tenuto a presentare un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività come previsto dal Regolamento didattico. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte del Consiglio di Facoltà, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea. Il piano di studi approvato dalla Facoltà è il seguente:

PIANO DEGLI STUDI PER GLI STUDENTI CHE NELL' A.A. 2012/2013
SI ISCRIVONO AL I ANNO DI CORSO

I anno

<i>Settore</i>		
<i>scientifico-disciplinare</i>		CFU
MAT/02	Algebra	12
MAT/03	Geometria I	12
MAT/05	Analisi matematica I	12
FIS/01	Fisica generale	12
ING-INF/05	Fondamenti dell'informatica	6
L-LIN/12	Inglese	6

II anno

<i>Settore</i>		
<i>scientifico-disciplinare</i>		CFU
MAT/03	Geometria II	6
MAT/03	Complementi di geometria	6
MAT/05	Analisi matematica II	6
MAT/05	Complementi di analisi matematica	6
MAT/07	Meccanica razionale	6
MAT/07	Meccanica analitica	6
FIS/01	Elettromagnetismo	12
ING-INF/05	Laboratorio di programmazione	6
SECS-S/01	Statistica matematica I	6

III anno

<i>Settore</i>		
<i>scientifico-disciplinare</i>		CFU
MAT/01	Logica e teoria degli insiemi	6
MAT/08	Analisi numerica I	6
MAT/08	Analisi numerica II	6
SECS-S/01	Statistica matematica II	6
	Ulteriore attività di base fra:	6
MAT/02	Approfondimenti di algebra	
MAT/03	Approfondimenti di geometria	
MAT/05	Approfondimenti di analisi matematica	
MAT/07	Approfondimenti di meccanica analitica	
MAT/08	Approfondimenti di analisi numerica	

Corsi a scelta	18
Altre attività	6
Prova finale	6

**PIANO DEGLI STUDI PER GLI STUDENTI CHE NELL' A.A. 2012/2013
SI ISCRIVONO AL II E AL III ANNO DI CORSO**

II ANNO

<i>Settore</i>		
<i>scientifico-disciplinare</i>		CFU
MAT/05	Analisi matematica II	6
MAT/03	Complementi di geometria	6
MAT/05	Complementi di analisi matematica	6
FIS/01	Elettromagnetismo	12
ING-INF/05	Fondamenti dell'informatica II	6
MAT/03	Geometria II	6
MAT/07	Meccanica analitica	6
MAT/07	Meccanica razionale	6
SECS-S/01	Statistica matematica I	6

III ANNO

<i>Settore</i>		
<i>scientifico-disciplinare</i>		CFU
MAT/01	Logica e teoria degli insiemi	6
MAT/08	Analisi numerica	12
SECS-S/01	Statistica matematica II	6
	Ulteriori attività di base nei settori	6
MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/07, MAT/08	Corsi a scelta*	18
	Altre attività	6
	Prova finale	6

*Sono considerati corsi a scelta tutti gli insegnamenti dei corsi di laurea triennali della Facoltà.

Non è di norma consentito inserire nel proprio piano di studi insegnamenti dei corsi di laurea magistrale della Facoltà.

L'elenco degli insegnamenti attivati per le lauree triennali è consultabile a pag. 34 della Guida.

N.B: si ricorda che ai fini dell'ammissione alla laurea magistrale della classe LM-95, ove venisse attivata, per l'insegnamento di Matematica e Scienze nella scuola secondaria di primo grado sono necessari 6 crediti nei settori CHIM/01-CHIM/12, GEO/01 – GEO/12, BIO/01-BIO/19.

LAUREA TRIENNALE

FISICA

(Classe di laurea L-30: Scienze e tecnologie fisiche)

Obiettivi formativi qualificanti

- acquisizione di un metodo di lavoro che permetta un rapido inserimento nei più diversi settori della ricerca scientifica e tecnologica;
- capacità di individuare problemi e di fornire soluzioni innovative e creative;
- eccellente preparazione matematica, fisica e informatica;
- conoscenza delle tecnologie d'avanguardia e capacità di adeguamento alle loro rapide evoluzioni;
- professionalità poliedrica con competenze spendibili nei vari settori dell'industria, della cultura e dell'economia;
- capacità di lavorare in team di ricerca per sviluppare tecnologie innovative.

Elenco delle attività formative e crediti ad esse attribuiti

Per conseguire la laurea in Fisica, lo studente deve aver acquisito 180 crediti formativi, equivalenti normalmente a tre anni accademici per uno studente con adeguata preparazione iniziale ed impegnato a tempo pieno negli studi universitari

Dopo la laurea

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

Piani di studio

Lo studente è tenuto a presentare un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività come previsto dal Regolamento didattico. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte del Consiglio di Facoltà, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea. Il piano di studi approvato dalla Facoltà è il seguente:

PIANO DEGLI STUDI VALIDO PER TUTTI GLI STUDENTI ISCRITTI
AL CORSO DI LAUREA IN FISICA

I anno

<i>Settore</i>		
<i>scientifico-disciplinare</i>		CFU
MAT/05	Analisi matematica I	12
MAT/03	Geometria	12
L-LIN/12	Inglese	6
FIS/01	Fisica generale	12
FIS/01	Laboratorio di fisica generale	12
CHIM/03	Chimica	6

II anno

<i>Settore</i>		
<i>scientifico-disciplinare</i>		CFU
MAT/05	Analisi matematica II	6
MAT/05	Complementi di analisi matematica	6
AGR/01, MAT/07	Corso affine a scelta tra Istituzioni di economia (AGR/01), Meccanica razionale (MAT/07), Dinamica dei fluidi (MAT/07)	6
FIS/01	Laboratorio di elettromagnetismo	6
	Stage/Tirocini/Abilità informatiche/ Abilità linguistiche	6
FIS/01	Laboratorio di ottica	6
FIS/01	Elettromagnetismo	12
MAT/07	Meccanica analitica	6
	Corso a scelta	6

III anno

<i>Settore Scientifico</i>		
<i>Disciplinare</i>		CFU
FIS/02	Metodi matematici per la fisica I	6
FIS 02	Meccanica quantistica	12
FIS/03	Laboratorio di fisica moderna	6
FIS/05, FIS/06	Corso caratterizzante a scelta tra Fisica dell'ambiente terrestre (FIS/06) e Relatività (FIS/05)	6

FIS/02	Metodi matematici per la fisica II	6
FIS 03	Elementi di struttura della materia	6
FIS/04	Fisica dei nuclei e delle particelle	6
	Corso a scelta*	6
	Prova finale	6

* Sono considerati corsi a scelta tutti gli insegnamenti dei corsi di laurea triennali della Facoltà. Non è di norma consentito inserire nel proprio piano di studi insegnamenti dei corsi di laurea magistrale della Facoltà.

L'elenco degli insegnamenti attivati per le lauree triennali è consultabile a pag. 34 della Guida.

Elenco alfabetico degli insegnamenti dei corsi delle lauree triennali attivati nell'a.a. 2012/13 con relativo codice di settore scientifico disciplinare e numero di crediti assegnati

<i>Insegnamento</i>	<i>CFU</i>	<i>Settore</i>	<i>Periodo</i>
Algebra	12	MAT/02	II
Ambiente, biotecnologie e consumi	6	AGR/16	I
Analisi matematica I	12	MAT/05	I
Analisi matematica II	6	MAT/05	I
Analisi numerica	12	MAT/08	I e II
Approfondimenti di algebra	6	MAT/02	I
Approfondimenti di geometria	6	MAT/03	II
Approfondimenti di analisi matematica	6	MAT/05	II
Approfondimenti di meccanica analitica	6	MAT/07	II
Approfondimenti di analisi numerica	6	MAT/08	II
Biochimica	6	BIO/10	II
Chimica	6	CHIM/03	I e II
Complementi di analisi matematica	6	MAT/05	I
Complementi di geometria	6	MAT/03	I
Dinamica dei fluidi	6	MAT/07	I
Ecologia	6	BIO/07	I
Elementi di struttura della materia	6	FIS/03	II
Elettromagnetismo	12	FIS/01	II
Fisica dell'ambiente terrestre	6	FIS/06	I
Fisica dei nuclei e delle particelle	6	FIS/04	II
Fisica dei sistemi energetici	6	FIS/07	II
Fisica generale	12	FIS/01	II
Fondamenti dell'informatica	6	ING-INF/05	II
Fondamenti dell'informatica II	6	ING-INF/05	I
Fondamenti di astronomia e di astrofisica	6	FIS/05	I
Fondamenti di marketing per le scienze	6	ING-IND/35	II
Fondamenti di ricerca operativa	6	MAT/09	II
Geometria I	12	MAT/03	I
Geometria II	6	MAT/03	II
Inglese scientifico	6	L-LIN/12	I
Istituzioni di economia	6	AGR/01	I
Laboratorio di elettromagnetismo	6	FIS/01	I
Laboratorio di elettronica	6	FIS/01	I
Laboratorio di fisica generale	12	FIS/01	II
Laboratorio di fisica moderna	6	FIS/03	I

Laboratorio di ottica	6	FIS/01	II
Logica e teoria degli insiemi	6	MAT/01	I
Matematica finanziaria	6	SECS-S/06	I
Meccanica analitica	6	MAT/07	II
Meccanica quantistica	12	FIS/02	I
Meccanica razionale	6	MAT/07	I
Metodi e modelli matematici per le applicazioni	6	MAT/07	II
Metodi matematici per la fisica II	6	FIS/02	II
Ottica	6	FIS/03	II
Relatività	6	FIS/05	I
Statistica matematica I	6	MAT/06	II
Statistica matematica II	6	MAT/06	I
Tecniche e strumenti del calcolo scientifico	6	ING-INF/05	I
Tecniche e strumenti di analisi dei dati	6	ING-INF/05	II
Tecnologie web per il calcolo scientifico	6	ING-INF/05	II

Elenco delle propedeuticità degli insegnamenti dei corsi di laurea triennali

Analisi matematica I, Analisi matematica II
 Fondamenti dell'informatica, Fondamenti dell'informatica II
 Geometria I, Geometria II
 Statistica matematica I, Statistica matematica II

Elenco delle mutazioni con cambio di denominazione attivate

Insegnamento	Periodo	CFU	SSD	Mutuato da
Analisi numerica	I	6	MAT/08	Analisi numerica
Geometria	I	12	MAT/03	Geometria I
Inglese	I	6	L-LIN/12	Inglese scientifico
Metodi matematici della fisica I	I	6	FIS/02	Istituzioni di analisi superiore I

LAUREA MAGISTRALE

MATEMATICA

(Classe di laurea LM-40: Matematica)

Obiettivi formativi qualificanti

- avere una solida preparazione culturale nell'area della Matematica e dei metodi propri della disciplina;
- conoscere approfonditamente il metodo scientifico;
- possedere avanzate competenze computazionali e informatiche;
- avere conoscenze matematiche specialistiche, negli ambiti di base o in direzione applicativa verso altri campi tecnico-scientifici;
- essere in grado di analizzare e risolvere problemi dalla modellizzazione matematica complessa;
- avere specifiche capacità per la comunicazione dei problemi e dei metodi della Matematica;
- essere in grado di utilizzare fluentemente in forma scritta e orale la lingua inglese, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- avere capacità relazionali e decisionali ed essere capaci di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità scientifiche e organizzative.

Per conseguire la laurea magistrale in Matematica, lo studente deve aver acquisito 120 crediti formativi. La durata normale del corso di laurea magistrale è di ulteriori due anni dopo la laurea di primo livello, per uno studente con adeguata preparazione iniziale ed impegnato a tempo pieno negli studi universitari.

Dopo la laurea

Il corso di laurea intende formare laureati che possano esercitare funzioni di elevata responsabilità nella costruzione e nello sviluppo computazionale di modelli matematici di varia natura, in diversi ambiti applicativi scientifici, ambientali, sanitari, industriali, finanziari, nei servizi e nella pubblica amministrazione; nei settori della comunicazione della matematica e della scienza. È possibile, altresì, proseguire gli studi matematici con un corso di Dottorato di ricerca.

Piani di studio

Lo studente è tenuto a presentare un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività come previsto dal Regolamento didattico. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte del Consiglio di Facoltà, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea. Il piano di studi approvato dalla Facoltà è il seguente:

PIANI DI STUDIO

I anno

Settore

scientifico-disciplinare

CFU

	Un corso a scelta fra:	9
MAT/02	Istituzioni di algebra superiore I,	
MAT/03	Istituzioni di geometria superiore I	
MAT/05	e Istituzioni di analisi superiore I	
	4 corsi caratterizzanti a scelta nei SSD indicati MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05	24
	2 corsi caratterizzanti a scelta nei SSD indicati MAT/06, MAT/07, MAT/08, MAT/09	15
	2 corsi affini a scelta nei SSD indicati FIS/01, FIS/02, FIS/03, FIS/04, FIS/05, FIS/06, FIS/07, FIS/08, INF/01, ING-INF/05, MAT/03, MAT/05, SECS-S/01, SECS-S/06	12

II anno

	1 corso caratterizzante a scelta nei SSD indicati MAT/06, MAT/07, MAT/08, MAT/09	6
	1 corso caratterizzante a scelta nei SSD MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05	6
	2 corsi a scelta	12
	Ulteriori attività formative (linguistiche, telematiche, informatiche, tirocini, stage)	6
	Prova finale	30

Attività formative specifiche per la laurea magistrale in Matematica:

	CFU
– Intelligenza artificiale – ING-INF/05	6
– Laboratorio di fisica generale – FIS/01	6
– Logica matematica – MAT/01	6
– Algebra superiore – MAT/02	6
– Istituzioni di algebra superiore I – MAT/02	9
– *Istituzioni di algebra superiore II – MAT/02	6
– Geometria superiore I - MAT/03	6
– *Geometria superiore II – MAT/03	6
– Istituzioni di geometria superiore I – MAT/03	9
– Istituzioni di geometria superiore II – MAT/03	6
– *Fondamenti della matematica – MAT/04	6
– Matematiche complementari I – MAT/04	6
– Matematiche complementari II – MAT/04	6
– Processi stocastici – MAT/06	6
– Storia delle matematiche I – MAT/04	6
– Storia delle matematiche II – MAT/04	6
– Analisi complessa – MAT/05	6
– *Analisi superiore I – MAT/05	6
– Analisi superiore II – MAT/05	6
– *Equazioni differenziali - MAT/05	6
– Istituzioni di analisi superiore I – MAT/05	9
– Istituzioni di fisica matematica I – MAT/07	9
– *Equazioni differenziali per la fisica matematica – MAT/07	6
– Metodi di approssimazione – MAT/08	6

* insegnamenti che potrebbero non essere attivati nell'a.a. 2013/14

**Elenco delle mutazioni attivate
per il corso di Laurea magistrale in Matematica**

Insegnamento	CFU	Settore	Periodo	Mutuato da	CFU
Istituzioni di algebra superiore I	6	MAT/02	I	Istituzioni di algebra superiore I	9
Istituzioni di analisi superiore I	6	MAT/05	I	Istituzioni di analisi superiore I	9
Istituzioni di fisica matematica I	6	MAT/07	I	Istituzioni di fisica matematica I	9
Istituzioni di geometria superiore I	6	MAT/03	I	Istituzioni di geometria superiore I	9
Analisi complessa	6	MAT/05	II	Metodi matematici per la fisica II	6
Laboratorio di fisica generale	6	FIS/01	II	Laboratorio di fisica generale	12

LAUREA MAGISTRALE

FISICA

(Classe di laurea LM-17: Fisica)

Obiettivi formativi qualificanti

I laureati nel corso di laurea devono:

- avere una solida preparazione culturale nella fisica classica e moderna e una buona padronanza del metodo scientifico d'indagine;
- avere un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di misura e delle tecniche di analisi dei dati;
- avere un'approfondita conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto;
- avere un'elevata preparazione scientifica ed operativa nelle discipline che caratterizzano la classe;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, la lingua inglese, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- essere in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture;
- essere in grado di utilizzare le conoscenze specifiche acquisite per la modellizzazione di sistemi complessi nei campi delle scienze applicate.

Per conseguire la laurea magistrale in Fisica, lo studente deve aver acquisito 120 crediti formativi.

La durata normale del corso di laurea magistrale è di due anni, per uno studente con adeguata preparazione iniziale ed impegnato a tempo pieno negli studi universitari.

Dopo la laurea

Il corso di laurea intende formare laureati particolarmente adatti a svolgere con funzioni di responsabilità, attività professionali in tutti gli ambiti che richiedono padronanza del metodo scientifico, specifiche competenze tecnico-scientifiche e capacità di modellizzare fenomeni complessi. In particolare, tra le attività si indicano: la promozione e lo sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica; la partecipazione, anche a livello gestionale, alle attività di enti di ricerca pubblici e privati, nonché la gestione e progettazione delle tecnologie in ambiti occupazionali al alto contenuto scientifico, tecnologico e culturale, correlati con discipline fisiche, nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione; la divulgazione ad ampio livello della cultura scientifica, con particolare riferimento agli aspetti teorici, sperimentali ed applicativi dei più recenti sviluppi della ricerca scientifica.

Piani di studio

Lo studente è tenuto a presentare un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività come previsto dal Regolamento didattico. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte del Consiglio di Facoltà, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea. Il piano di studi approvato dalla Facoltà è il seguente:

PIANO DEGLI STUDI PER GLI STUDENTI IMMATRICOLATI AL I ANNO NELL' A.A. 2012/2013

I anno

Settore

scientifico-disciplinare

	CFU
FIS/02 Teoria dei campi e delle particelle elementari	8
FIS/03 Struttura della materia	8
Corso affine a scelta tra:	6
FIS/07 Controllo dell'inquinamento	
FIS/02 Applicazioni della meccanica quantistica	
FIS/01 Metodi sperimentali della fisica moderna	12
FIS/02 Meccanica statistica	8
Corso affine a scelta tra:	6
FIS/03 Nanoscopie a scansione	
FIS/02 Fisica teorica	
Corso caratterizzante a scelta tra:	6
FIS/03 Fisica dello stato solido	
FIS/04 Fisica delle radiazioni ionizzanti	
Ulteriori attività formative (linguistiche, telematiche, informatiche, tirocini stage)	6

II anno

Settore

scientifico-disciplinare

	CFU
Corso affine a scelta tra:	6
FIS/03 Elettronica quantistica	
MAT/06 Processi stocastici	

MAT/08 Analisi numerica	
AGR/01 Economia dell'ambiente e dell'energia	
Corso caratterizzante a scelta tra:	6
FIS/06 Meteorologia e micrometeorologia	
FIS/05 Cosmologia	
Corsi a scelta	12
Prova Finale	36

PIANO DEGLI STUDI PER GLI STUDENTI
IMMATRICOLATI NELL' A.A. 2011/2012

II anno

<i>Settore scientifico-disciplinare</i>		CFU
AGR/01	Un corso affine a scelta tra: Economia dell'ambiente e dell'energia e un qualsiasi corso nei settori: FIS/01-07, MAT/01-09, ING-INF/01-07, INF/01	6
FIS/06 FIS/05	Un corso caratterizzante a scelta tra Meteorologia e micrometeorologia/ Cosmologia	6
	<i>Due</i> corsi a scelta	12
	Prova finale	36

Attività formative a scelta specifiche per il corso di laurea magistrale in Fisica:

	CFU
– Economia dell’ambiente e dell’energia – AGR/01	6
– Applicazioni della meccanica quantistica – FIS/02	6
– Fisica teorica – FIS/02	6
– Elettronica quantistica – FIS/03	6
– Fisica dello stato solido – FIS/03	6
– Nanoscopie a scansione– FIS/03	6
– Fisica delle radiazioni ionizzanti - FIS/04	6
– Cosmologia - FIS/05	6
– Meteorologia e micrometeorologia - FIS/06	6
– Controllo dell’inquinamento – FIS/07	6
– Processi stocastici - MAT/06	6
– Analisi numerica – MAT/06	6

**Elenco delle mutazioni attivate
per il corso di Laurea magistrale in Fisica**

Insegnamento	CFU	Settore	Periodo	Mutuato da	CFU
Istituzioni di algebra superiore I	6	MAT/02	I	Istituzioni di algebra superiore I	9
Istituzioni di analisi superiore I	6	MAT/05	I	Istituzioni di analisi superiore I	9
Istituzioni di fisica matematica I	6	MAT/07	I	Istituzioni di fisica matematica I	9
Istituzioni di geometria superiore I	6	MAT/03	I	Istituzioni di geometria superiore I	9

**Elenco alfabetico degli insegnamenti dei corsi di laurea magistrale attivati
nell'a.a. 2012/13
con relativo codice di settore scientifico disciplinare e
numero di crediti assegnati**

Insegnamento	CFU	Settore	Periodo
Analisi superiore I	6	MAT/05	II
Applicazioni della meccanica quantistica	6	FIS/02	I
Controllo dell'inquinamento	6	FIS/07	I
Cosmologia	6	FIS/05	II
Economia dell'ambiente e dell'energia	6	AGR/01	I
Elettronica quantistica	6	FIS/03	I
Equazioni differenziali	6	MAT/05	II
Equazioni differenziali della fisica matematica	6	MAT/07	II
Fisica dello stato solido	6	FIS/03	II
Fisica delle radiazioni ionizzanti	6	FIS/04	II
Fisica teorica	6	FIS/02	II
Fondamenti della matematica	6	MAT/04	I
Geometria superiore II	6	MAT/03	II
Intelligenza artificiale	6	ING-INF/05	II
Istituzioni di algebra superiore I	9	MAT/02	I
Istituzioni di algebra superiore II	6	MAT/02	II
Istituzioni di analisi superiore I	9	MAT/05	I
Istituzioni di fisica matematica I	9	MAT/07	I
Istituzioni di geometria superiore I	9	MAT/03	I
Istituzioni di geometria superiore II	6	MAT/03	II
Matematiche complementari I	6	MAT/04	II
Matematiche complementari II	6	MAT/04	I
Meccanica statistica	8	FIS/02	II
Meteorologia e micrometeorologia	6	FIS/06	II
Metodi di approssimazione	6	MAT/08	I
Metodi sperimentali della fisica moderna	12	FIS/01	I e II
Nanoscopie a scansione	6	FIS/03	II
Processi stocastici	6	MAT/06	I
Storia delle matematiche I	6	MAT/04	I
Storia delle matematiche II	6	MAT/04	II
Struttura della materia	8	FIS/03	I
Teoria dei campi e delle particelle elementari	8	FIS/02	I

**Elenco delle mutazioni attivate
per i corsi di Laurea magistrali**

Insegnamento	CFU	Settore	Periodo	Mutuato da	CFU
Istituzioni di algebra superiore I	6	MAT/02	I	Istituzioni di algebra superiore I	9
Istituzioni di analisi superiore I	6	MAT/05	I	Istituzioni di analisi superiore I	9
Istituzioni di fisica matematica I	6	MAT/07	I	Istituzioni di fisica matematica I	9
Istituzioni di geometria superiore I	6	MAT/03	I	Istituzioni di geometria superiore I	9
Analisi complessa	6	MAT/05		Metodi matematici per la fisica II	6
Laboratorio di fisica generale	6	FIS/01	II	Laboratorio di fisica generale	12

CALENDARIO DEI CORSI

PERIODI DI INSEGNAMENTO

Primo periodo: dall'8/10/2012 al 19/01/2013

Secondo periodo: dal 25/02/2013 al 01/06/2013

Calendario degli insegnamenti a.a. 2012/13

CORSI DI LAUREA TRIENNALE

Corso di laurea in Matematica

Primo anno

Primo periodo	Secondo periodo
Analisi matematica I	Algebra
Geometria I	Fondamenti dell'informatica
Inglese scientifico	Fisica generale

Secondo anno

Primo periodo	Secondo periodo
Analisi matematica II	Elettromagnetismo
Complementi di analisi matematica	Geometria II
Complementi di geometria	Meccanica analitica
Fondamenti dell'informatica II	Statistica matematica I
Meccanica razionale	

Terzo anno

Primo periodo	Secondo periodo
Analisi numerica	Analisi numerica
Logica e teoria degli insiemi	Corso a scelta
Statistica matematica II	Corso a scelta
Corso a scelta	Ulteriori attività di base*
Altre attività	Prova finale

*Le ulteriori attività di base (6 CFU) devono essere scelte tra i settori MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/07, MAT/08.

Corsi a scelta relativi al corso di laurea in Matematica

Primo periodo	Secondo periodo
Approfondimenti di algebra	Approfondimenti di analisi matematica
Ecologia	Approfondimenti di analisi numerica
Istituzioni di ecologia	Approfondimenti di geometria
Matematica finanziaria	Approfondimenti di meccanica analitica
	Fondamenti di marketing per le scienze
	Fondamenti di ricerca operativa
	Metodi e modelli mat. per le applicazioni
	Tecniche e strumenti di analisi dei dati
	Tecnologie web per il calcolo scientifico

Corso di laurea in Fisica

Primo anno

Primo periodo	Secondo periodo
Analisi matematica I	Chimica
Chimica	Fisica generale
Geometria	Laboratorio di fisica generale
Inglese	

Secondo anno

Primo periodo	Secondo periodo
Analisi matematica II	Elettromagnetismo
Complementi di analisi matematica	Laboratorio di ottica
Laboratorio di elettromagnetismo	Meccanica analitica
Corso affine a scelta*	Corso a scelta
	Stage, tirocini, ulteriori abilità linguistiche, informatiche.

*Un corso affine a scelta tra Dinamica dei fluidi, Istituzioni di economia e Meccanica razionale

Terzo anno

Primo periodo	Secondo periodo
Laboratorio di fisica moderna	Elementi di struttura della materia
Meccanica quantistica	Fisica dei nuclei e delle particelle
Metodi matematici per la fisica I	Metodi matematici per la fisica II
Corso caratterizzante a scelta*	Prova finale
Corso a scelta	

*Un corso caratterizzante a scelta tra Fisica dell'ambiente terrestre e Relatività

Corsi a scelta relativi al corso di laurea in Fisica

Primo periodo	Secondo periodo
Ambiente, biotecnologie e consumi	Biochimica
Ecologia	Fisica dei sistemi energetici
Fondamenti di astronomia e astrofisica	Tecniche e strumenti per il calcolo scientifico
Laboratorio di elettronica	Ottica

CORSI DI LAUREA MAGISTRALI Corso di laurea magistrale in Matematica

Primo periodo	Secondo periodo
Fondamenti della matematica	Analisi superiore I
Istituzioni di analisi superiore I	Equazioni differenziali
Istituzioni di algebra superiore I	Equazioni differenziali della fisica matematica
Istituzioni di fisica matematica I	Geometria superiore II
Ist. di geometria superiore I	Intelligenza artificiale
Matematiche complementari II	Istituzioni di algebra superiore II
Metodi di approssimazione	Matematiche complementari I
Processi stocastici	Storia delle matematiche II
Storia della matematiche I	

Corso di laurea magistrale in Fisica

Primo anno

Primo periodo	Secondo periodo
Struttura della materia	Meccanica statistica
Teoria dei campi e delle particelle elementari	Metodi sperimentali della fisica moderna
Metodi sperimentali della fisica moderna	Corso affine a scelta +
Corso affine a scelta*	Corso caratterizzante a scelta°
	Ulteriori attività formative

* Corso affine a scelta tra Applicazioni della meccanica quantistica e Controllo dell'inquinamento;

+ Corso affine a scelta tra Fisica teorica e Nanoscopia a scansione;

° Corso caratterizzante a scelta tra Fisica delle radiazioni ionizzanti e Fisica dello stato solido.

Secondo anno

Primo periodo	Secondo periodo
Corso affine a scelta*	Corso caratterizzante a scelta+
Corso a scelta	Prova finale
Corso a scelta	

*Corso affine a scelta tra Economia dell'ambiente e un corso qualsiasi nei settori FIS/01-07, MAT/01-09, ING-INF/01-07, INF/01.

+ Corso caratterizzante a scelta tra Cosmologia e Meteorologia e micrometeorologia.

Corsi a scelta

Primo periodo	Secondo periodo
Analisi numerica	Cosmologia
Applicazioni della meccanica quantistica	Fisica delle radiazioni ionizzanti
Controllo dell'inquinamento	Fisica dello stato solido
Economia dell'ambiente e dell'energia	Fisica teorica
Elettronica quantistica	Meteorologia e micrometeorologia
Processi stocastici	Nanoscopie a scansione

PROGRAMMI DEI CORSI

I programmi dei corsi sono consultabili accedendo alla sezione del sito web dell'Università Cattolica ad essi dedicata: <http://programmideicorsi-brescia.unicatt.it>.

ELENCO DEGLI INSEGNAMENTI E RELATIVI DOCENTI INCARICATI

LAUREE TRIENNALI

1. Algebra: Prof.ssa CLARA FRANCHI
2. Ambiente, biotecnologie e consumi: Proff. MARIA LUISA CALLEGARI, STEFANO GONANO
3. Analisi matematica I: Prof. MARCO DEGIOVANNI
4. Analisi matematica II: Prof. MARCO MARZOCCHI
5. Analisi numerica: Prof. MAURIZIO PAOLINI
6. Approfondimenti di algebra: Prof.ssa MARIA CLARA TAMBURINI
7. Approfondimenti di analisi matematica: Prof. MARCO MARZOCCHI
8. Approfondimenti di analisi numerica: Prof. FRANCO PASQUARELLI
9. Approfondimenti di geometria: Prof.ssa ELENA ZIZIOLI
10. Approfondimenti di meccanica analitica: Prof. ALFREDO MARZOCCHI
11. Biochimica: Proff. ALESSANDRO ARCOVITO; ANDREA SILVESTRINI
12. Chimica: Prof.ssa LIDIA ARMELAO
13. Complementi di analisi matematica: Prof. MARCO MARZOCCHI
14. Complementi di geometria: Prof.ssa SILVIA PIANTA
15. Dinamica dei fluidi: Prof. GIULIO GIUSEPPE GIUSTERI; ALESSANDRO MUSESTI
16. Ecologia: Prof. GIACOMO GEROSA
17. Elementi di struttura della materia: Prof. LUIGI SANGALETTI
18. Elettromagnetismo: Prof. GABRIELE FERRINI
19. Fisica dell'ambiente terrestre: Docente da nominare
20. Fisica dei nuclei e delle particelle: Prof. GIUSEPPE CELARDO
21. Fisica dei sistemi energetici: Prof.ssa MARIA CHIESA
22. Fisica generale: Prof.ssa STEFANIA PAGLIARA
23. Fondamenti dell'informatica: Prof. DANIELE TESSERA
24. Fondamenti dell'informatica II: Prof. DANIELE TESSERA
25. Fondamenti di astronomia e di astrofisica: Prof. PIERO RAFANELLI
26. Fondamenti di marketing per le scienze: Prof. PAOLO GERARDINI
27. Fondamenti di ricerca operativa: Prof. LORENZO SCHIAVINA
28. Geometria: Docente da nominare
29. Geometria I: Prof.ssa SILVIA PIANTA
30. Geometria II: Docente da nominare
31. Inglese: Prof.ssa CLAUDIA MORETTI
32. Istituzioni di economia: Prof. STEFANO PAREGLIO
33. Laboratorio di elettromagnetismo: Prof. CLAUDIO GIANNETTI
34. Laboratorio di elettronica: Prof. FRANCESCO BANFI
35. Laboratorio di fisica generale: Prof. GIANLUCA GALIMBERTI

36. Laboratorio di fisica moderna: Prof.ssa STEFANIA PAGLIARA
37. Laboratorio di ottica: Prof. CLAUDIO GIANNETTI
38. Logica e teoria degli insiemi: Prof. MARCO DEGIOVANNI
39. Matematica finanziaria: Prof. FAUSTO MIGNANEGO
40. Meccanica analitica: Prof. ALFREDO MARZOCCHI
41. Meccanica quantistica: Prof. FAUSTO BORGONOVÌ
42. Meccanica razionale: Prof. ALFREDO MARZOCCHI
43. Metodi e modelli matematici per le applicazioni: Prof. ALESSANDRO MUSESTI
44. Metodi matematici della fisica I: Prof. MARCO DEGIOVANNI
45. Metodi matematici per la fisica II: Prof. GIUSEPPE NARDELLI
46. Ottica: Prof. FRANCESCO BANFI
47. Processi stocastici: Prof. GIULIO GIUSTERI
48. Relatività: Prof. ANDREA MAURI
49. Statistica matematica I: Prof. LUCIO BERTOLI BARSOTTI
50. Statistica matematica II: Prof. LUCIO BERTOLI BARSOTTI
51. Tecniche e strumenti del calcolo scientifico: Prof. ANDREA POLLINI
52. Tecniche e strumenti di analisi dei dati: Prof. FRANCESCO CIVARDI
53. Tecnologie web per il calcolo scientifico: Prof. ANDREA POLLINI

LAUREE MAGISTRALI

1. Analisi complessa: Prof. GIUSEPPE NARDELLI
2. Analisi superiore I: Prof. ROBERTO LUCCHETTI
3. Applicazioni della meccanica quantistica: Prof. MAURIZIO ROSSI
4. Controllo dell'inquinamento: Prof. RICCARDO MARZUOLI
5. Cosmologia: Prof. YVES GASPAR
6. Economia dell'ambiente e dell'energia: Prof. STEFANO PAREGLIO
7. Elettronica quantistica: Proff. GABRIELE FERRINI, CLAUDIO GIANNETTI
8. Equazioni differenziali: Prof. ALESSANDRO GIACOMINI
9. Equazioni differenziali della fisica matematica: Prof. ALESSANDRO MUSESTI
10. Fisica delle radiazioni ionizzanti: Proff. PIERO FEROLDI, CORRADO FLAVIANO
11. Fisica dello stato solido: Prof. LUIGI SANGALETTI
12. Fisica teorica: Prof. GIUSEPPE NARDELLI
13. Fondamenti della matematica: Prof. ANTONINO VENTURA
14. Geometria superiore II: Prof.ssa SILVIA PIANTA
15. Intelligenza artificiale: Prof. GERMANO RESCONI
16. Istituzioni di algebra superiore I: Prof.ssa MARIA CLARA TAMBURINI
17. Istituzioni di algebra superiore II: Prof.ssa CLARA FRANCHI
18. Istituzioni di analisi superiore I: Prof. MARCO DEGIOVANNI

19. Istituzioni di fisica matematica I: Prof. ALFREDO MARZOCCHI
20. Istituzioni di geometria superiore I: Prof. LUCA LUSSARDI
21. Istituzioni di geometria superiore II: Docente da nominare
22. Laboratorio di fisica generale: Prof. GIANLUCA GALIMBERTI
23. Matematiche complementari I: Prof. MARCO DEGIOVANNI
24. Matematiche complementari II: Prof. MARIO MARCHI
25. Meccanica statistica: Prof. FAUSTO BORGONOVÌ
26. Meteorologia e micrometeorologia: Prof. GIACOMO GEROSA
27. Metodi di approssimazione: Prof. MAURIZIO PAOLINI
28. Metodi sperimentali della fisica moderna: Prof. LUCA GAVIOLI
29. Nanoscopie a scansione: Prof. LUCA GAVIOLI
30. Processi stocastici: Prof. GIULIO GIUSEPPE GIUSTERI
31. Storia delle matematiche I: Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO
32. Storia delle matematiche II: Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO
33. Struttura della materia: Prof. LUIGI SANGALETTI
34. Teoria dei campi e delle particelle elementari: Prof. GIUSEPPE NARDELLI

CORSI DI TEOLOGIA

Natura e finalità

Gli insegnamenti di Teologia sono una peculiarità dell'Università Cattolica; essi intendono offrire una conoscenza motivata, critica e organica dei contenuti della Rivelazione e della vita cristiana, così da ottenere una più completa educazione degli studenti all'intelligenza della fede cattolica.

Lauree triennali

Il piano di studio curricolare dei *corsi di laurea triennale* prevede per gli studenti iscritti all'Università Cattolica la frequenza a corsi di Teologia.

Programmi

Per il I, II e III anno di corso è proposto un unico programma in forma semestrale. Gli argomenti sono:

I anno: *Introduzione alla Teologia e questioni di Teologia fondamentale;*

II anno: *Questioni di Teologia speculativa e dogmatica;*

III anno: *Questioni di Teologia morale e pratica.*

Lauree magistrali

Per il biennio di indirizzo delle lauree magistrali è proposto un corso semestrale, della durata di 30 ore, in forma seminariale e/o monografica su tematica inerente il curriculum frequentato, con denominazione che ogni Facoltà concorderà con l'Assistente ecclesiastico generale, da concludersi con la presentazione di una breve dissertazione scritta concordata con il docente.

SERVIZIO LINGUISTICO D'ATENEIO (SELDA)

L'Università Cattolica, tramite il Servizio Linguistico di Ateneo (SeLdA), offre ai propri studenti di tutte le Facoltà, l'opportunità di verificare o acquisire le competenze linguistiche di livello di base e avanzato previste nel proprio percorso formativo.

In particolare dall'a.a. 2003/2004, il SeLdA organizza sia i corsi di lingua di base sia i corsi di lingua di livello avanzato.

Organizzazione didattica dei corsi di lingua di base

Gli studenti che vorranno acquisire le abilità linguistiche tramite il Servizio Linguistico di Ateneo potranno sostenere la prova di idoneità linguistica nelle prime sessioni utili.

Per la preparazione della prova di idoneità, il Servizio linguistico di Ateneo organizza corsi semestrali ripartiti in esercitazioni d'aula e di laboratorio linguistico fino ad una durata complessiva di 100 ore, a seconda del livello di conoscenza della lingua dello studente accertato dal test di ingresso.

Per le lingue inglese e francese, l'insegnamento viene impartito in classi parallele e in più livelli, determinati in base ad un apposito test di ingresso. Non è previsto test di ingresso per le lingue spagnola e tedesca¹.

Obiettivo dei corsi è portare gli studenti al livello *B1 Soglia* definito dal "Quadro di Riferimento Europeo delle Lingue" come "Uso indipendente della lingua"².

Taluni certificati linguistici internazionalmente riconosciuti, attestanti un livello pari o superiore al B1, sono riconosciuti come sostitutivi della prova di idoneità SeLdA, se conseguiti entro tre anni dalla data di presentazione agli uffici competenti. Presso la pagina web e le bacheche del SeLdA sono disponibili informazioni più dettagliate sui certificati riconosciuti dal SeLdA e i livelli corrispondenti.

Calendario delle lezioni dei corsi di lingua di base

Corsi I semestre: dal 08 ottobre al 15 dicembre 2012;

Corsi II semestre: dal 25 febbraio al 18 maggio 2013.

¹ I corsi di lingua tedesca sono annuali e avranno inizio il 08 ottobre 2012.

² **B1** «Il parlante è in grado di capire i punti essenziali di un discorso, a condizione che venga usata una lingua chiara e standard e che si tratti di argomenti familiari inerenti al lavoro, alla scuola, al tempo libero, ecc. E' in grado di districarsi nella maggior parte delle situazioni linguistiche riscontrabili in viaggi all'estero. E' in grado di esprimere la sua opinione, su argomenti familiari e inerenti alla sfera dei suoi interessi, in modo semplice e coerente. E' in grado di riferire un'esperienza o un avvenimento, di descrivere un sogno, una speranza o un obiettivo e di fornire ragioni e spiegazioni brevi relative a un'idea o a un progetto».

Prove di idoneità

Al termine dei corsi di base è prevista una verifica di accertamento del livello di competenza linguistica acquisito che consiste in una prima prova scritta che dà l'ammissione alla successiva parte orale.

Tali prove hanno valore interno all'Università: a seconda delle delibere delle Facoltà, sostituiscono in genere il primo insegnamento di lingua previsto nei piani di studio, dando diritto all'acquisizione dei crediti corrispondenti.

Lo studente ha la possibilità di sostenere l'orale dopo la parte scritta che è valida fino all'ultimo appello della sessione in cui è stata superata.

Aule e laboratori multimediali

Le aule utilizzate per i corsi sono ubicate presso la sede dell'Università Cattolica, in via Trieste 17. Presso la stessa sede si trovano i laboratori linguistici destinati alla didattica e all'autoapprendimento.

I due laboratori fruibili per esercitazioni collettive hanno complessivamente 55 postazioni e sono equipaggiati con moderne tecnologie. In particolare, ogni postazione è attrezzata con computer e collegata via satellite alle principali emittenti televisive europee e americane e al nodo Internet dell'Ateneo.

Un laboratorio dedicato a esercitazioni individuali, o di *self-access*, è aperto a tutti gli studenti indipendentemente dalla frequenza ai corsi. Il servizio di *self-access* prosegue anche nei periodi di sospensione. Le attività svolte in questo laboratorio sono monitorate da un tutor e finalizzate al completamento della preparazione per la prova di idoneità SeLdA.

Presso il SeLdA è attivato inoltre il Centro per l'autoapprendimento, dedicato all'apprendimento autonomo della lingua, che si affianca ai corsi e alle esercitazioni nei laboratori linguistici multimediali.

Riferimenti utili:

Sede di Brescia

Via Trieste, 17 – 25121 Brescia

Tel. 030.2406377

E-mail: selda-bs@unicatt.it

Orari di segreteria: da lunedì a venerdì, ore 9.00-18.00

Indirizzo web: <http://www.unicatt.it/selda>

CENTRO PER L'INNOVAZIONE E LO SVILUPPO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE E TECNOLOGICHE D'ATENEO (ILAB)

In coerenza con gli obiettivi formativi delle lauree triennali, l'ILAB organizza corsi di informatica di base per il conseguimento delle abilità informatiche previste nei piani studi dei vari corsi di laurea.

Corsi di *ICT e società dell'informazione*

Il corso si struttura in due parti

- **Parte teorica:**

- Tecnologie dell'informazione e della comunicazione e Sistemi Informativi
- Hardware, Software e Reti
- L'organizzazione di dati e informazioni
- La Convergenza Digitale: passato, presente e futuro della società dell'informazione
- Le questioni etiche nella società dell'informazione

- **Parte pratica:**

- Sistemi operativi e sistemi di elaborazione testi (Windows e Word)
- Fogli elettronici e sistemi di elaborazione testi multimediali (Excel e PowerPoint)

Per la **parte teorica**, il testo adottato come riferimento è Carignani, Frigerio, Rajola, “*ICT e Società dell'Informazione*”, McGraw-Hill (2010), 2^a edizione.

In BlackBoard (<http://blackboard.unicatt.it/>) è possibile scaricare parte del materiale di supporto (slide e letture di approfondimento) utilizzati dal docente nelle lezioni. Lo studio delle slide, tuttavia, non sostituisce il valore della frequenza e lo studio del libro secondo le indicazioni in bibliografia.

Per la **parte pratica**, i materiali sono a disposizione su Blackboard in modalità di auto-apprendimento.

Riferimenti utili

Centro per l'Innovazione e lo Sviluppo delle Attività didattiche e tecnologiche d'Ateneo (ILAB)

Via Trieste, 17 - 25121 Brescia

Telefono: 030/2406.377

Fax: 030/2406.330

E-mail: cida-bs@unicatt.it

NORME AMMINISTRATIVE

NORME PER L'IMMATRICOLAZIONE

1. TITOLI DI STUDIO RICHIESTI

A norma dell'art. 6 del D.M. n. 270/2004, possono immatricolarsi ai corsi di laurea istituiti presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore:

- *i diplomati di scuola secondaria superiore* (quinquennale o quadriennale: diplomi conclusivi dei corsi di studio di istruzione secondaria superiore). Per i diplomati quadriennali, ad eccezione di coloro che provengono dai licei artistici per i quali resta confermata la validità dei corsi integrativi, l'Università provvede alla definizione di un debito formativo corrispondente alle minori conoscenze conseguenti alla mancata frequenza dell'anno integrativo, in passato disponibile per i diplomati quadriennali, il cui assolvimento dovrà completarsi da parte dello studente di norma entro il primo anno di corso.
- *i possessori di titolo di studio conseguito all'estero*, riconosciuto idoneo per l'ammissione alle università italiane secondo le disposizioni emanate per ogni anno accademico dal Ministero dell'Università e della Ricerca di concerto con i Ministeri degli Affari Esteri e dell'Interno. Gli studenti possessori di titolo di studio estero interessati all'immatricolazione dovranno rivolgersi alla Segreteria dedicata in ciascuna Sede.

2. MODALITÀ E DOCUMENTI

Gli studenti che intendono iscriversi per la prima volta all'Università Cattolica devono anzitutto prendere visione dell'apposito bando "Norme per l'ammissione al primo anno dei corsi di laurea" in distribuzione:

- per Milano presso la sede di Largo Gemelli 1,
 - per Brescia presso la sede di Via Trieste 17,
 - per Piacenza presso la sede di Via Emilia Parmense 84,
 - per Cremona presso la sede di Via Milano 24,
- a partire dal mese di giugno.

In tale documento vengono precisati i corsi di studio per i quali è prevista una prova di ammissione e i corsi di studio per i quali è fissato un numero programmato senza prova di ammissione, nonché i termini iniziali e finali per l'immatricolazione.

Il documento da presentare per l'immatricolazione è la domanda di immatricolazione (nella domanda lo studente deve tra l'altro autocertificare il possesso del titolo di

studio valido per l'accesso all'Università, il voto e l'Istituto presso il quale il titolo di studio è stato conseguito. Si consiglia allo studente di produrre un certificato dell'Istituto di provenienza onde evitare incertezze, imprecisioni od errori circa l'esatta denominazione dell'Istituto e del diploma conseguito. Qualora la Segreteria verifichi la non rispondenza al vero di quanto autocertificato l'immatricolazione sarà considerata nulla). La domanda include:

1. Ricevuta originale (in visione) dell'avvenuto versamento della prima rata delle tasse universitarie.
2. Due fotografie recenti formato tessera (a colori, già ritagliate di cui una applicata al modulo di richiesta del badge-tesserino magnetico).
3. Fotocopie del documento d'identità e del codice fiscale.
4. Certificato di battesimo.
5. Dichiarazione relativa ai redditi dello studente e dei familiari.
6. Stato di famiglia o autocertificazione.
7. Immatricolati alla Facoltà di Scienze linguistiche e letterature straniere: questionari riservati a coloro che intendono accedere agli insegnamenti di lingua inglese, spagnola, tedesca e russa.
8. Sacerdoti e Religiosi: dichiarazione con la quale l'Ordinario o il loro Superiore li autorizza ad immatricolarsi all'Università (l'autorizzazione scritta verrà vistata dall'Assistente Ecclesiastico Generale dell'Università Cattolica o da un suo delegato).
9. Cittadini extracomunitari: permesso di soggiorno (ovvero ricevuta attestante l'avvenuta presentazione di richiesta del permesso di soggiorno) in visione.

Conclusa l'immatricolazione vengono rilasciati allo studente il *Libretto di iscrizione* e il *tesserino magnetico* con codice personale.

Il libretto contiene i dati relativi alla carriera scolastica dello studente, per cui lo studente è passibile di sanzioni disciplinari ove ne alteri o ne falsifichi le scritturazioni. È necessario, in caso di smarrimento, presentare denuncia all'autorità di Polizia Giudiziaria ovvero dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà.

Lo studente che ha ottenuto l'iscrizione ad un anno di corso universitario non ha diritto alla restituzione delle tasse e contributi pagati.

3. VALUTAZIONE DELLA PREPARAZIONE INIZIALE

Per affrontare al meglio i corsi universitari scelti, a coloro che si immatricolano al primo anno dei diversi corsi di laurea triennale e magistrale a ciclo unico sarà valutato il livello della propria preparazione iniziale.

Questa valutazione, che non costituisce un vincolo all'accesso o alla frequenza dei

corsi bensì un'opportunità, verrà erogata, fatta eccezione per i corsi che prevedono una prova di ammissione, in un momento successivo all'immatricolazione. Si tratta di una verifica su predefinite aree tematiche (a titolo esemplificativo le aree della lingua italiana e della cultura generale e delle conoscenze storiche), diversificate in base alla Facoltà prescelta, riguardo a conoscenze che si attendono qualunque sia il diploma conseguito nella Scuola secondaria superiore di provenienza.

4. NORME PARTICOLARI PER DETERMINATE CATEGORIE DI STUDENTI (*)

() L'ammissione di studenti con titolo di studio estero è regolata da specifica normativa ministeriale, disponibile presso i Servizi Didattici e Segreteria studenti.*

STUDENTI CITTADINI ITALIANI E COMUNITARI IN POSSESSO DI UN TITOLO ESTERO CONSEGUITO FUORI DAL TERRITORIO NAZIONALE

I cittadini italiani in possesso di titoli esteri conseguiti al di fuori del territorio nazionale e che consentano l'immatricolazione alle Università italiane devono presentare la domanda di iscrizione alla Segreteria studenti osservando scadenze e criteri di ammissione stabiliti per il corso di laurea di interesse, allegando i seguenti documenti:

1. In visione un valido documento di identità personale.
2. Domanda di immatricolazione indirizzata al Rettore: essa dovrà contenere i dati anagrafici e quelli relativi alla residenza e al recapito all'estero e in Italia, necessari, questi ultimi, per eventuali comunicazioni dell'Università.
3. Titolo finale di Scuola Secondaria Superiore debitamente perfezionato dalla Rappresentanza diplomatica italiana all'estero competente per territorio. Il titolo dovrà essere munito di:
 - *traduzione autenticata* dalla Rappresentanza consolare o diplomatica italiana competente per territorio;
 - *dichiarazione di valore* "in loco"; trattasi di apposita Dichiarazione, rilasciata dalla Rappresentanza consolare o diplomatica italiana competente per territorio nella quale dovrà essere indicato:
 - * se il Titolo di Scuola Secondaria Superiore posseduto consenta – o non consenta –, nell'Ordinamento Scolastico dal quale è stato rilasciato, l'iscrizione alla Facoltà e Corso di Laurea richiesti dallo studente;
 - * a quali condizioni tale iscrizione sia consentita (esempio: con o senza esame di ammissione; sulla base di un punteggio minimo di tale diploma; ecc.).
 - *legalizzazione* (per i paesi per i quali, secondo le indicazioni della stessa Rappresentanza consolare o diplomatica, è prevista) o riferimento di Legge in base al quale il documento risulta essere esente da legalizzazione.

Qualora lo studente al momento della presentazione della domanda non sia ancora in possesso del diploma originale di maturità, dovrà essere presentata la relativa *attestazione sostitutiva* a tutti gli effetti di legge.

4. Certificazione Consolare attestante l'effettivo compimento degli studi in Istituzioni Scolastiche situate all'estero.

Il punto 5, interessa esclusivamente coloro che chiedono l'immatricolazione ad anno successivo al primo, o ammissione a laurea magistrale.

5. Certificati (corredati degli eventuali titoli accademici intermedi e/o finali già conseguiti) comprovanti gli studi compiuti e contenenti: durata in anni, programmi dei corsi seguiti, durata annuale di tali corsi espressa in ore, indicazione dei voti e dei crediti formativi universitari riportati negli esami di profitto e nell'esame di laurea presso Università straniere, muniti di:

- traduzione autenticata dalla Rappresentanza consolare o diplomatica italiana competente per territorio;
- dichiarazione di valore (trattasi di apposita Dichiarazione, rilasciata dalla Rappresentanza consolare o diplomatica italiana competente per territorio, nella quale dovrà essere indicato se gli studi effettuati e gli eventuali titoli conseguiti siano o meno di livello universitario);
- legalizzazione (per i Paesi per i quali, secondo le indicazioni della stessa Rappresentanza consolare o diplomatica, è prevista) o riferimento di Legge in base al quale il documento risulta essere esente da legalizzazione.

Dovrà, anche, essere espressamente precisato se l'Università – o l'Istituto Superiore – presso la quale gli studi sono stati compiuti, sia legalmente riconosciuta.

STUDENTI CITTADINI STRANIERI (NON COMUNITARI)

Si invitano gli studenti *Cittadini Stranieri* interessati a richiedere alla Segreteria studenti le relative informazioni.

Si evidenzia, altresì, che la specifica normativa si può trovare pubblicata sul sito *web* dell'Ateneo.

STUDENTI GIÀ IN POSSESSO DI ALTRE LAUREE ITALIANE

Gli studenti che si propongono di conseguire una seconda laurea di pari livello dell'ordinamento italiano sono tenuti ad utilizzare la procedura informatica disponibile sul sito internet dell'Ateneo nella sezione dedicata. Gli studenti interessati sono altresì invitati a consultare gli avvisi esposti agli albi di Facoltà e sul sito internet dell'Ateneo per verificare le scadenze di presentazione della documentazione necessaria alla Segreteria studenti.

PRATICHE AMMINISTRATIVE

ISCRIZIONE AD ANNI DI CORSO/RIPETENTI O FUORI CORSO SUCCESSIVI AL PRIMO

La modalità di iscrizione è automatica: ogni studente già immatricolato presso l'Università Cattolica e regolarmente iscritto riceve - entro il mese di agosto - presso la propria residenza:

1) dalla Banca il bollettino della prima rata proponente l'iscrizione al nuovo anno accademico;

2) dall'Università la normativa tasse e contributi universitari e la modulistica per la compilazione dei redditi del nucleo familiare. N.B.: Se, per eventuali disguidi, lo studente non è entrato in possesso entro la terza settimana di settembre del bollettino tasse, lo stesso è tenuto a scaricarne una copia via *web* dalla pagina personale dello *studente I-Catt*, ovvero a richiederne tempestivamente uno sostitutivo alla Segreteria studenti. *Per ottenere l'iscrizione all'anno successivo lo studente deve effettuare il versamento di tale prima rata: L'avvenuto versamento della prima rata costituisce definitiva manifestazione di volontà di iscriversi al nuovo anno accademico. L'iscrizione è così immediatamente perfezionata alla data del versamento (vedere il successivo punto relativamente al rispetto delle scadenze).*

L'aggiornamento degli archivi informatici avviene non appena l'Università riceve notizia dell'avvenuto pagamento tramite il circuito bancario. Pertanto possono essere necessari alcuni giorni dopo il versamento prima di ottenere la registrazione dell'avvenuta iscrizione all'anno accademico. Qualora lo studente, in via eccezionale, necessiti del certificato di iscrizione con un maggior anticipo deve presentarsi in Segreteria studenti esibendo la ricevuta della prima rata.

N.B. considerato che l'avvenuto pagamento della prima rata produce immediatamente gli effetti dell'iscrizione, non è in nessun caso rimborsabile – (art. 4, comma 8, Titolo I “Norme generali” del Regolamento Didattico dell'Università Cattolica e art. 27 del Regolamento Studenti, approvato con R.D. 4 giugno 1938, n. 1269).

Rimane un solo adempimento a carico degli studenti iscritti ai corsi di laurea soggetti a tasse e contributi universitari il cui importo dipende dal reddito: devono consegnare alla Segreteria studenti, secondo le modalità previste dalla “Normativa generale per la determinazione delle tasse e contributi universitari”, la busta contenente la modulistica relativa ai redditi del nucleo familiare, modulistica necessaria per determinare l'importo della seconda e terza rata delle tasse e contributi universitari. La modulistica va depositata - debitamente sottoscritta - negli appositi raccoglitori situati presso l'atrio d'ingresso e accessibili dalle ore 8.30 alle ore 19.00 da lunedì a venerdì, *di norma, entro la data di inizio delle lezioni prevista per ciascun corso di laurea ovvero entro la scadenza indicata con avvisi agli albi.* Oltre tale data si incorre

nella mora per ritardata consegna atti amministrativi. Se il ritardo è eccessivo, tale da impedire la spedizione *per tempo* al recapito dello studente delle rate successive alla prima lo studente è tenuto a scaricarne una copia via *web* dalla pagina personale dello *studente I-Catt*, ovvero a richiederne tempestivamente una sostitutiva della seconda e/o terza rata alla Segreteria studenti al fine di non incorrere anche nella mora per ritardato pagamento delle rate stesse.

RISPETTO DELLE SCADENZE PER L'ISCRIZIONE AD ANNI SUCCESSIVI

Fatte salve le seguenti avvertenze, lo studente che intende iscriversi al nuovo anno accademico è tenuto ad effettuare il versamento entro la scadenza indicata sul bollettino. Se il versamento è avvenuto entro i termini indicati sul bollettino *lo studente verrà collocato automaticamente per il nuovo anno accademico all'anno di corso (o ripetente o fuori corso, come indicato sul bollettino) nella posizione di REGOLARE.* *Se lo studente intende variare l'iscrizione proposta (ad esempio da fuori corso a ripetente oppure chiedere il passaggio ad altro corso di laurea) deve necessariamente presentarsi in Segreteria studenti.*

Se lo studente si iscrive ad anno successivo al primo ed il versamento è avvenuto in ritardo ma non oltre il 31 dicembre lo studente verrà collocato nella posizione di corso in debito di indennità di mora (scaricabile via web dalla pagina personale dello studente I-Catt). *In tal caso lo studente è tenuto a presentarsi in Segreteria studenti per la procedura di regolarizzazione (e per consegnare direttamente allo sportello la busta contenente la modulistica relativa al reddito del nucleo familiare se iscritto a corso di laurea che prevede tasse e contributi variabili in base al reddito).* N.B. Un eccessivo ritardo impedisce la presentazione del piano di studi con conseguente assegnazione di un piano di studio d'ufficio non modificabile.

Per ulteriori ritardi è consentita esclusivamente l'iscrizione fuori corso e lo studente deve presentarsi in Segreteria studenti.

STUDENTI RIPETENTI

Gli studenti che abbiano seguito il corso di studi, cui sono iscritti, per l'intera sua durata senza essersi iscritti a tutti gli insegnamenti previsti dal piano degli studi o senza aver ottenuto le relative attestazioni di frequenza, qualora la frequenza sia espressamente richiesta, devono iscriversi come ripetenti per gli insegnamenti mancanti di iscrizione o di frequenza.

Gli studenti che, pur avendo completato la durata normale del corso di studi, intendano modificare il piano di studio mediante inserimento di nuovi insegnamenti cui mai avevano preso iscrizione, devono iscriversi come ripetenti.

Il Consiglio della struttura didattica competente può stabilire casi in cui sia necessario prendere iscrizione come ripetente anche a un anno di corso intermedio.

STUDENTI FUORI CORSO

Sono iscritti come fuori corso, salvo che sia diversamente disposto dai singoli ordinamenti didattici:

- a. gli studenti che siano stati iscritti e abbiano frequentato tutti gli insegnamenti richiesti per l'intero corso di studi finché non conseguano il titolo accademico;
- b. gli studenti che, essendo stati iscritti a un anno del proprio corso di studi e avendo frequentato i relativi insegnamenti, non abbiano superato gli esami obbligatoriamente richiesti per il passaggio all'anno di corso successivo, finché non superino detti esami ovvero non abbiano acquisito il numero minimo di crediti prescritto;
- c. gli studenti che, essendo stati iscritti a un anno del proprio corso di studi ed essendo in possesso dei requisiti necessari per potersi iscrivere all'anno successivo, non abbiano chiesto entro i termini l'iscrizione in corso, od ottenuto tale iscrizione.

Il Rettore può concedere l'iscrizione fuori corso ad anno intermedio su richiesta dello studente motivata da gravi e fondati motivi.

PIANI DI STUDIO

Il termine ultimo (salvo i corsi di laurea per i quali gli avvisi agli Albi prevedono una scadenza anticipata ovvero eccezionali proroghe) per la presentazione da parte degli studenti dei piani di studio individuali, è fissato al 31 ottobre. Per ritardi contenuti entro sette giorni dalla scadenza potrà essere presentato il piano di studio, previo pagamento della prevista indennità di mora (per l'importo si veda "Diritti di Segreteria, indennità di mora e rimborsi di spese varie" della *Normativa tasse*). In caso di ritardo superiore sarà assegnato un piano di studio d'ufficio non modificabile.

VALUTAZIONI DEL PROFITTO

Norme generali

Lo studente è tenuto a conoscere le norme relative al piano di studio del proprio corso di laurea ed è quindi responsabile dell'annullamento delle prove di profitto connesse alle molteplici attività didattiche (corsi di insegnamento, laboratori, tirocini, stage, etc.) che siano sostenuti in violazione delle norme stesse.

Onde evitare l'annullamento delle prove sostenute, si ricorda agli studenti, ad esempio, che non è possibile l'iscrizione ad esami relativi ad insegnamenti sostituiti nel piano di studi e che l'ordine di propedeuticità tra le singole annualità di corsi pluriennali o tra l'esame propedeutico rispetto al progredito o superiore fissato per sostenere gli esami è rigido e tassativo.

Si rammenti, inoltre, che l'esito delle prove di profitto potrà essere esclusivamente annotato sui supporti propriamente e ufficialmente in uso.

Qualsiasi infrazione compiuta dallo studente o da altri, a suo diretto o indiretto vantaggio, alle disposizioni in materia di esami, comporterà l'annullamento della prova d'esame. La prova annullata dovrà essere ripetuta.

Il voto assegnato dalla Commissione valutatrice non può essere successivamente modificato: il voto è definitivo.

Una prova di profitto verbalizzata con esito positivo non può essere ripetuta (ex art. 6 comma 6, Titolo I "Norme generali" del Regolamento didattico di Ateneo).

Lo studente è ammesso alle prove di profitto solo se in regola: a) con la presentazione del piano studi; b) con il pagamento delle tasse e contributi; c) con l'iscrizione agli esami secondo le modalità di seguito indicate.

MODALITÀ DI ISCRIZIONE ALLE PROVE DI PROFITTO

L'iscrizione avviene mediante video-terminali (UC Point) self-service il cui uso è intuitivo e guidato (ovvero attraverso l'equivalente funzione via web dalla pagina personale dello studente *I-Catt*).

L'iscrizione deve essere effettuata non oltre il sesto giorno di calendario che precede l'appello.

Non è ammessa l'iscrizione contemporanea a più appelli della stessa prova.

Anche l'annullamento dell'iscrizione, per ragioni di vario ordine deve essere fatto entro il sesto giorno che precede la data di inizio dell'appello.

Lo spostamento dell'iscrizione, da un appello ad altro successivo, può avvenire soltanto se si è prima provveduto ad annullare l'iscrizione all'appello che si intende lasciare. Se è scaduto il termine per iscriversi ad un appello, non è più possibile annullare l'eventuale iscrizione effettuata e si deve attendere il giorno dopo l'appello scaduto per poter effettuare l'iscrizione al successivo.

N.B.: Non potrà essere ammesso all'esame lo studente che:

- non ha provveduto ad iscriversi all'appello entro i termini previsti;
- pur essendosi iscritto all'appello non si presenti munito del regolare statino, del libretto universitario e di un documento d'identità in corso di validità.

La prova finale per il conseguimento della laurea, consiste nello svolgimento e nella discussione di una dissertazione scritta svolta su un tema precedentemente concordato col professore della materia.

Per essere ammesso alla prova finale, lo studente deve provvedere, nell'ordine ai seguenti adempimenti:

- a. Presentare alla Segreteria studenti *entro i termini indicati dagli appositi avvisi agli Albi e sul sito internet dell'U.C.:*
 - modulo fornito dalla Segreteria studenti o stampato dalla pagina web di ciascuna Facoltà per ottenere l'*approvazione dell'argomento prescelto* per la dissertazione scritta. Lo studente deve:
 - * far firmare il modulo dal professore sotto la cui direzione intende svolgere il lavoro;
 - * recarsi presso una postazione UC Point ovvero via web dalla pagina personale dello studente *I-Catt* ed eseguire l'operazione "*Presentazione del titolo della tesi*" (l'inserimento dei dati è guidato dall'apposito dialogo self-service);
 - * presentare il modulo in Segreteria

Ogni ritardo comporta il rinvio della tesi al successivo appello.

Con la sola operazione self-service, non seguita dalla consegna in Segreteria studenti del modulo, non verrà in alcun modo considerato adempiuto il previsto deposito del titolo della tesi.

- b. Presentare alla Segreteria studenti domanda di ammissione alla prova finale per il conseguimento della laurea su modulo ottenibile e da compilarsi operando presso una postazione UC Point ovvero attraverso l'equivalente funzione presente nella pagina personale dello studente *I-Catt*. Tale domanda potrà essere presentata a condizione che il numero di esami e/o il numero di CFU a debito non sia superiore a quello stabilito da ciascuna Facoltà.

Sulla domanda è riportata la dichiarazione di avanzata elaborazione della dissertazione che deve essere firmata dal professore, sotto la cui direzione la stessa è stata svolta, la dichiarazione relativa alla conformità tra il testo presentato su supporto cartaceo e quello fotografico su microfiche e la dichiarazione degli esami/attività formative a debito, compresi eventuali esami soprannumerari.

Qualora, per qualsiasi motivo, il titolo della tesi sia stato modificato, il professore dovrà formalmente confermare tale modifica sulla domanda di ammissione alla prova finale per il conseguimento della laurea.

- c. La domanda di ammissione alla prova finale per il conseguimento della laurea, provvista di marca da bollo del valore vigente, dovrà essere consegnata in Segreteria

studenti entro i termini indicati dagli appositi avvisi agli albi e sul sito internet, previa esibizione della ricevuta del versamento del bollettino relativo alle spese per il rilascio del diploma di laurea e per il contributo laureandi. L'eventuale impossibilità a sostenere l'esame di laurea nell'appello richiesto NON implica la perdita della somma versata tramite il pagamento del bollettino del contributo laureandi. Tale somma verrà considerata valida alla presentazione della successiva domanda di laurea e verrà detratta dal pagamento del relativo contributo laureandi.

- d. Entro le date previste dallo scadenziario pubblicate sulla pagina web di ciascuna Facoltà, il laureando dovrà consegnare due copie della dissertazione - una per il Relatore e una per il Correlatore - dattiloscritte e rilegate a libro, secondo le modalità previste dalla Facoltà e pubblicate sulla pagina web.
- e. Presentare alla Segreteria studenti il modulo "*Dichiarazione di avvenuta consegna della tesi al relatore e al correlatore*" munito della firma del Relatore e del Correlatore, il modulo di dichiarazione di regolarità adempimenti con Biblioteca ed EDUCatt, accompagnati da due copie (entrambi su supporto fotografico microfiche) della tesi.

Le due copie delle microfiche sono destinate rispettivamente all'Archivio ufficiale studenti e alla Biblioteca.

Le microfiche dovranno essere in formato normalizzato UNI A6 (105x148 mm); ogni microfiche dovrà essere composta da 98 fotogrammi (ogni fotogramma dovrà riprodurre una pagina). Nella parte superiore della microfiche dovrà essere riservato un apposito spazio nel quale dovranno apparire i seguenti dati, leggibili a occhio nudo, nell'esatto ordine indicato:

1. cognome, nome, numero di matricola; 2. Facoltà e corso di laurea, 3. cognome, nome del Relatore; 4. titolo della tesi.

Se la tesi si estende su più microfiche le stesse devono essere numerate. Eventuali parti della tesi non riproducibili su microfiche devono essere allegate a parte.

Attenzione: non sono assolutamente ammesse tesi riprodotte in jacket.

- f. Lo studente riceverà la convocazione alla prova finale esclusivamente tramite la propria pagina personale I-Catt in tempo utile e comunque non oltre il 10° giorno antecedente alla seduta di laurea. L'elenco degli ammessi alla prova finale con il correlatore assegnato sarà affisso agli albi di Facoltà.

Avvertenze

1. Nessun laureando potrà essere ammesso all'esame di laurea se non avrà rispettato le date di scadenza esposte agli Albi di Facoltà e pubblicate sulla pagina web di ciascuna Facoltà.
2. *I laureandi devono aver sostenuto e verbalizzato tutti gli esami almeno una settimana prima dell'inizio della **sessione** di laurea.*

3. I laureandi hanno l'obbligo di avvertire tempestivamente il Professore relatore della tesi e la Segreteria studenti qualora, per qualsiasi motivo, si verificasse l'impossibilità a laurearsi nell'appello per il quale hanno presentato domanda e, in tal caso, dovranno ripresentare successivamente una nuova domanda di ammissione all'esame di laurea.
4. I laureandi devono tassativamente consegnare il libretto di iscrizione al personale addetto prima dell'inizio della prova finale.
5. I laureandi che necessitano di un personal computer e/o di un proiettore da utilizzare durante la discussione dovranno compilare e consegnare alla Segreteria studenti l'apposito modulo *richiesta attrezzature informatiche* disponibile sulla pagina web della propria Facoltà.

PROVA FINALE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA LAUREA TRIENNALE.

L'ordinamento didattico di ciascun corso di laurea prevede diverse possibili modalità di svolgimento dell'esame di laurea. La struttura didattica competente definisce la modalità da adottare per ciascun corso di studio (vedere in proposito gli avvisi agli Albi di Facoltà e le indicazioni contenute nella Guida di Facoltà).

La procedura prevista rimane attualmente simile a quella descritta per i corsi di laurea specialistici/magistrali *con le seguenti differenze:*

1. si tratta di un elaborato su un argomento di norma concordato con un docente di riferimento;
2. l'impegno richiesto per tale relazione è inferiore a quello richiesto per una tradizionale tesi di laurea (l'impegno è proporzionale al numero di crediti formativi universitari attribuito alla prova finale nell'ordinamento didattico del proprio corso di laurea). Di conseguenza l'elaborato avrà una limitata estensione;
3. il titolo dell'argomento dell'elaborato finale deve essere ottenuto secondo le modalità stabilite dal Consiglio di Facoltà (*assegnazione diretta da parte del docente, reperimento su apposito temario, altro*) in tempo utile per lo svolgimento ed il completamento dell'elaborato entro la scadenza prevista per la presentazione della domanda di ammissione alla prova finale per il conseguimento della laurea. Tale scadenza sarà pubblicata sulla pagina web di ciascuna Facoltà per ciascuna sessione di riferimento;
4. la domanda di ammissione alla prova finale per il conseguimento della laurea deve essere presentata non meno di 45 giorni dall'inizio della sessione prescelta ed in ogni caso rispettando le concrete scadenze al riguardo stabilite. La citata domanda potrà essere presentata a condizione che il numero di esami e/o il numero di CFU a debito non sia superiore a quello stabilito da ciascuna Facoltà;
5. sono di norma necessarie una copia cartacea da consegnare al docente di riferimento

più una copia microfiche da consegnare - secondo le modalità e le scadenze previste dalla Facoltà e pubblicate sulla pagina web di ciascuna Facoltà - unitamente al modulo di avvenuta consegna sottoscritto dal docente di riferimento e al modulo di dichiarazione di regolarità adempimenti con Biblioteca ed EDUCatt.

ESAMI DI LAUREA RELATIVI AI CORSI DI STUDIO
PRECEDENTI ALL'ENTRATA IN VIGORE DEL D.M. 3 NOVEMBRE 1999, N. 509

La procedura prevista è sostanzialmente analoga a quella descritta per la prova finale per il conseguimento della laurea specialistica/magistrale salvo diverse indicazioni esposte agli Albi di Facoltà e/o pubblicate sulla Guida di Facoltà. Anche per gli esami di laurea dei corsi quadriennali/quinquennali, antecedenti l'ordinamento di cui al D.M. 509/99, la domanda di ammissione alla prova finale potrà essere presentata a condizione che il numero di esami a debito non sia superiore a quello stabilito da ciascuna Facoltà.

AVVERTENZE PER I LAUREANDI NEGLI APPELLI DELLA SESSIONE STRAORDINARIA

Lo studente che conclude gli studi negli appelli di laurea della sessione straordinaria (dal 5 novembre al 30 aprile), è tenuto al pagamento di un contributo di funzionamento proporzionale al ritardo accumulato rispetto alla conclusione dell'anno accademico al quale il medesimo risulta regolarmente iscritto. Il citato contributo non è dovuto per gli studenti che conseguendo la laurea triennale nella suddetta sessione straordinaria prendono immediatamente iscrizione al biennio magistrale.

CESSAZIONE DELLA QUALITÀ DI STUDENTE

Gli studenti hanno facoltà di **rinunciare agli studi intrapresi** senza obbligo di pagare le tasse scolastiche e contributi arretrati di cui siano eventualmente in difetto. La rinuncia deve essere manifestata con atto scritto in modo chiaro ed esplicito senza l'apposizione sulla medesima di condizioni, termini e clausole che ne limitino l'efficacia. A coloro che hanno rinunciato agli studi potranno essere rilasciati certificati relativamente alla carriera scolastica precedentemente percorsa in condizione di regolarità amministrativa. Non possono prendere iscrizione a un nuovo anno accademico e, pertanto, **cessano dalla qualità di studente** gli studenti che non abbiano preso regolare iscrizione per cinque anni accademici consecutivi o gli studenti che, trascorsa la durata normale del corso di studi, non abbiano superato esami per cinque anni accademici consecutivi.

La predetta disposizione non si applica agli studenti che debbano sostenere solo l'esame di laurea ovvero che abbiano conseguito tutti i crediti a eccezione di quelli previsti per la prova finale.

PASSAGGIO AD ALTRO CORSO DI LAUREA

Gli studenti che intendano passare ad altro corso di laurea della stessa o di altra Facoltà dell'Università Cattolica sono **tenuti ad utilizzare la procedura informatica disponibile sul sito internet dell'Ateneo nella sezione dedicata. Gli studenti interessati sono altresì** invitati a consultare gli avvisi esposti agli albi di Facoltà e sul sito internet dell'Ateneo per verificare le scadenze di presentazione **della documentazione necessaria** alla Segreteria studenti.

TRASFERIMENTI

Trasferimento ad altra Università

Lo studente regolarmente iscritto può trasferirsi ad altra Università, previa consultazione dell'ordinamento degli studi della medesima, dall'11 luglio al 31 ottobre (salvo scadenza finale anteriore al 31 ottobre per disposizioni dell'università di destinazione) presentando alla Segreteria apposita domanda.

Lo studente che richiede il trasferimento ad altro Ateneo oltre il termine fissato dalla normativa e comunque non oltre il 31 dicembre è tenuto al pagamento di un contributo di funzionamento direttamente proporzionale al ritardo di presentazione dell'istanza. Il trasferimento non potrà comunque avvenire in assenza del nulla osta dell'Università di destinazione.

Per ottenere il trasferimento lo studente deve previamente:

- verificare presso una postazione UC Point, la propria carriera scolastica con la funzione “*visualizzazione carriera*” e segnalare alla Segreteria studenti eventuali rettifiche o completamento di dati;
- ottenere dalla postazione UC-Point il modulo di autocertificazione degli esami superati.

Alla domanda, cui va applicata marca da bollo secondo valore vigente, devono essere allegati:

- * libretto di iscrizione;
- * badge magnetico;
- * il modulo di autocertificazione degli esami superati ottenuto via UC Point;
- * dichiarazione di: *non avere libri presi a prestito* dalla Biblioteca dell'Università e dal Servizio Prestito libri di EDUCatt (Ente per il Diritto allo Studio Universitario dell'Università Cattolica);

non avere pendenze con l'Ufficio Assistenza di EDUCatt (Ente per il Diritto allo Studio Universitario dell'Università Cattolica) es. pagamento retta Collegio, restituzione rate assegno di studio universitario, restituzione prestito d'onore, ecc.;

* quietanza dell'avvenuto versamento del diritto di segreteria previsto.

A partire dalla data di presentazione della domanda di trasferimento non è più consentito sostenere alcun esame.

Gli studenti trasferiti ad altra Università, non possono far ritorno all'Università Cattolica prima che sia trascorso un anno accademico dalla data del trasferimento. Gli studenti che ottengono l'autorizzazione a ritornare all'Università Cattolica sono ammessi all'anno di corso in cui danno diritto gli esami superati indipendentemente dall'iscrizione ottenuta precedentemente. Saranno tenuti inoltre a superare quelle ulteriori prove integrative che il Consiglio della Facoltà competente ritenesse necessarie per adeguare la loro preparazione a quella degli studenti dell'Università Cattolica.

TRASFERIMENTO DA ALTRA UNIVERSITÀ

Gli studenti già iscritti ad altra Università che intendono immatricolarsi all'Università Cattolica sono tenuti ad utilizzare la procedura informatica disponibile sul sito internet dell'Ateneo nella sezione dedicata. Gli studenti interessati sono altresì invitati a consultare gli avvisi esposti agli albi di Facoltà e sul sito internet dell'Ateneo per verificare le scadenze di presentazione della documentazione necessaria alla Segreteria studenti.

Lo studente è in ogni caso tenuto a presentare richiesta di trasferimento all'Università di provenienza o presentare alla stessa domanda di rinuncia agli studi.

DEFINIZIONE DELLA REGOLARITÀ AMMINISTRATIVA AI FINI DELL'ACCOGLIMENTO DELLA DOMANDA DI PASSAGGIO INTERNO AD ALTRO CORSO DI LAUREA O DI TRASFERIMENTO AD ALTRO ATENEIO

Lo studente soddisfa il requisito di regolarità amministrativa se si trova in una delle seguenti situazioni:

- ha rinnovato l'iscrizione al nuovo anno accademico (condizione che si verifica con l'avvenuto versamento della prima rata) *essendo in regola per gli anni accademici precedenti* (questi ultimi anche attraverso la tassa di ricognizione studi qualora si sia verificato un periodo di uno o più anni accademici di interruzione degli studi – cfr. § Tasse e Contributi);
- pur non avendo ancora rinnovato l'iscrizione al nuovo anno accademico, è in regola rispetto all'anno accademico che volge al termine e presenta domanda di

passaggio o trasferimento entro i termini stabiliti da ciascuna Facoltà e comunque entro il 31 ottobre.

Iscrizione a corsi singoli

Ai sensi dell'art. 11 del Regolamento didattico di Ateneo, possono ottenere, previa autorizzazione della struttura didattica competente, l'iscrizione ai corsi singoli e sostenere gli esami relativi a tali corsi entro gli appelli dell'anno accademico di rispettiva frequenza:

- a. gli studenti iscritti ad altre università autorizzati dall'Ateneo di appartenenza e, se cittadini stranieri nel rispetto della normativa e procedure vigenti;
- b. i laureati interessati a completare il curriculum formativo seguito;
- c. altri soggetti interessati.

È dovuta una tassa di iscrizione più un contributo per ciascun corso (cfr. Normativa generale tasse e contributi universitari).

I soggetti di cui sopra possono iscriversi a corsi singoli corrispondenti a un numero di crediti formativi universitari stabilito dal Consiglio della struttura didattica competente e, di norma, non superiore a 30 per anno accademico, per non più di due anni accademici; eventuali deroghe sono deliberate, su istanza motivata, dal Consiglio della struttura didattica competente;

La domanda di iscrizione va presentata una sola volta per anno accademico e con riferimento a corsi appartenenti ad una stessa Facoltà (o mutuati dalla medesima) presso la Segreteria competente entro la scadenza annualmente individuata.

NORME PER ADEMPIMENTI DI SEGRETERIA

AVVERTENZE

A tutela dei dati personali, si ricorda allo studente che, salvo diverse disposizioni dei paragrafi successivi, per compiere le pratiche scolastiche *deve recarsi personalmente* agli sportelli della Segreteria studenti. Se per gravi motivi lo stesso ne fosse impedito può, con **delega scritta** e per i soli **casi in cui ciò sia consentito**, incaricare un'altra persona oppure fare la richiesta per corrispondenza, nel qual caso lo studente deve indicare la Facoltà di appartenenza, il numero di matricola, il recapito e allegare l'affrancatura per la raccomandata di risposta.

Si ricorda che alcune operazioni relative alle pratiche scolastiche sono previste in modalità self-service presso le postazioni denominate UC Point o via web dalla pagina personale dello studente *I-Catt*.

Lo studente, per espletare le pratiche, è invitato a non attendere i giorni vicini alle scadenze relative ai diversi adempimenti.

ORARIO DI SERVIZIO AL PUBBLICO

Gli uffici di Segreteria studenti sono aperti al pubblico nei giorni feriali (sabato escluso) secondo il seguente orario:

- lunedì, martedì, giovedì e venerdì: dalle ore 9.30 alle ore 12.30
- mercoledì: dalle ore 14.30 alle ore 17.00
- venerdì: anche dalle ore 14.00 alle ore 15.30.

Gli uffici di Segreteria restano chiusi in occasione della festa del Sacro Cuore, dal 24 al 31 dicembre, due settimane consecutive nel mese di agosto e nella giornata del Venerdì Santo. Circa eventuali ulteriori giornate di chiusura verrà data idonea comunicazione tramite avvisi esposti agli albi e/o mediante il sito web.

RECAPITO DELLO STUDENTE PER COMUNICAZIONI VARIE

È indispensabile che tanto la residenza come il recapito vengano, in caso di successive variazioni, aggiornati tempestivamente: tale aggiornamento deve essere effettuato direttamente a cura dello studente con l'apposita funzione self-service presso le stazioni *UC-POINT* o via web tramite la pagina personale dello studente *I-Catt*.

CERTIFICATI

I certificati relativi alla carriera scolastica degli studenti sono rilasciati su istanza, ai sensi della normativa vigente, dalla Segreteria studenti.

RILASCIO DEL DIPLOMA DI LAUREA E DI EVENTUALI DUPLICATI

Per ottenere il rilascio del diploma originale di laurea occorre attenersi alle indicazioni contenute nella lettera di convocazione all'esame di laurea.

In caso di smarrimento del diploma originale di laurea l'interessato può richiedere al Rettore, con apposita domanda, soggetta a imposta di bollo, corredata dai documenti comprovanti lo smarrimento (denuncia alle autorità giudiziarie competenti), il duplicato del diploma previo versamento del contributo previsto per il rilascio del medesimo. I diplomi originali vengono recapitati all'interessato presso l'indirizzo agli atti dell'amministrazione al momento della presentazione della domanda di laurea.

TASSE E CONTRIBUTI

Le informazioni sulle tasse e sui contributi universitari nonché su agevolazioni economiche sono consultabili attraverso il sito internet dell'Università Cattolica del Sacro Cuore alla voce "tasse e contributi universitari" e dalla pagina personale dello studente *I-Catt*.

I prospetti delle tasse e contributi vari sono altresì contenuti in un apposito fascicolo. Lo studente che non sia in regola con il pagamento delle tasse e dei contributi e con i documenti prescritti non può:

- essere iscritto ad alcun anno di corso, ripetente o fuori corso;
- essere ammesso agli esami;
- ottenere il passaggio ad altro corso di laurea/diploma;
- ottenere il trasferimento ad altra Università;
- ottenere certificati d'iscrizione.

Lo studente che riprende gli studi dopo averli interrotti per uno o più anni accademici è tenuto a pagare le tasse e i contributi dell'anno accademico nel quale riprende gli studi, mentre per gli anni relativi al periodo di interruzione deve soltanto una tassa di ricognizione. Lo studente che, riprendendo gli studi all'inizio dell'anno accademico, chiede di poter accedere agli appelli di esame del periodo gennaio-aprile, calendarizzati per i frequentanti dell'a.a. precedente, è tenuto a versare, inoltre, un contributo aggiuntivo.

Lo studente che ha ottenuto l'iscrizione ad un anno di corso universitario non ha diritto alla restituzione delle tasse e dei contributi pagati (art. 4, comma 8, Titolo I "Norme generali" del Regolamento Didattico dell'Università Cattolica e art. 27 del Regolamento Studenti, approvato con R.D. 4 giugno 1938, n. 1269).

Di norma il pagamento di tutte le rate deve essere effettuato mediante i bollettini di tipo MAV emessi dalla Banca o attraverso i *Bollettini Freccia* resi disponibili nella pagina personale dello studente *I-Catt* quindici giorni prima della scadenza della rata o, in via eccezionale, emessi dalla Segreteria studenti.

Solo per gli studenti che si immatricolano al I anno di corso o che si iscrivono a prove di ammissione a corsi di laurea, laddove richieste, esiste la possibilità di pagare gli importi della *prima rata* e il *contributo della prova di ammissione* on line con carta di credito dal sito web dell'Università Cattolica (www.unicatt.it/immatricolazioni).

Non è ammesso alcun altro mezzo di pagamento.

Gli studenti che si immatricolano al I anno di corso o che si iscrivono a prove di ammissione a corsi di laurea potranno ritirare i bollettini MAV della prima rata e per il contributo per la prova di ammissione presso l'Area Matricole dell'Università oppure scaricarli on line dal sito web dell'Università Cattolica (www.unicatt.it/immatricolazioni).

A tutti gli altri studenti le rate verranno recapitate con congruo anticipo rispetto alla scadenza a mezzo posta tramite bollettini di tipo MAV emessi dalla Banca, altrimenti sarà possibile ottenere i *Bollettini Freccia* resi disponibili nella pagina personale dello studente *I-Catt* quindici giorni prima della scadenza della rata.

È dovuta mora per ritardato pagamento delle tasse scolastiche.

Ai fini di un eventuale riscontro è opportuno che lo studente conservi, fino al termine degli studi, tutte le quietanze del pagamento delle tasse scolastiche.

NORME DI COMPORTAMENTO

Secondo quanto previsto dall'ordinamento universitario gli studenti sono tenuti all'osservanza di un comportamento non lesivo della dignità e dell'onore e non in contrasto con lo spirito dell'Università Cattolica.

In caso di inosservanza l'ordinamento universitario prevede la possibilità di sanzioni disciplinari di varia entità in relazione alla gravità delle infrazioni (cfr. art. 18 bis - *Competenze disciplinari nei riguardi degli studenti*, Titolo I "Norme generali" del regolamento didattico di Ateneo).

L'eventuale irrogazione di sanzioni è disposta dagli organi accademici competenti sulla base di procedimenti che assicurano il diritto di difesa degli interessati in armonia con i principi generali vigenti in materia.

NORME PER MANTENERE LA SICUREZZA IN UNIVERSITÀ: SICUREZZA, SALUTE E AMBIENTE

Per quanto riguarda la Sicurezza, la Salute e l'Ambiente l'Università Cattolica del Sacro Cuore ha come obiettivo strategico la salvaguardia dei dipendenti, docenti e non docenti, ricercatori, dottorandi, tirocinanti, borsisti, studenti e visitatori, nonché la tutela degli ambienti e dei beni utilizzati per lo svolgimento delle proprie attività istituzionali secondo quanto previsto dalla missione dell'Ente.

Compito di tutti, docenti, studenti e personale amministrativo è di collaborare al perseguimento dell'obiettivo sopra menzionato, verificando costantemente che siano rispettate le condizioni necessarie al mantenimento della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro e che siano conosciute e costantemente applicate le procedure; in caso contrario è compito di ognuno comunicare le situazioni di carenza di condizioni sicure o di formazione/informazione alle persone, collaborando con i servizi preposti alla stesura e continuo miglioramento delle prassi e procedure di svolgimento delle attività istituzionali.

Anche gli studenti possono contribuire al miglioramento della sicurezza (in osservanza a quanto stabilito dal D.Lgs. 81/08), con il seguente comportamento:

- a. osservare le disposizioni e le istruzioni impartite ai fini della protezione collettiva e individuale;
- b. utilizzare correttamente i macchinari, le apparecchiature, gli utensili, le sostanze e i dispositivi di sicurezza;
- c. utilizzare in modo appropriato i dispositivi di protezione messi a loro disposizione;
- d. segnalare immediatamente al personale preposto le deficienze dei mezzi e dispositivi, nonché le altre condizioni di pericolo di cui vengano a conoscenza, adoperandosi direttamente, in caso di emergenza, nell'ambito delle loro competenze e possibilità, per eliminare o ridurre tali deficienze o pericoli;
- e. non rimuovere o modificare senza autorizzazione i dispositivi di sicurezza o di segnalazione o di controllo;
- f. non compiere di propria iniziativa operazioni o manovre che non sono di competenza ovvero che possono compromettere la sicurezza propria o di altre persone;
- g. nei casi in cui è previsto, sottoporsi ai controlli sanitari previsti nei loro confronti;
- h. contribuire all'adempimento di tutti gli obblighi imposti dall'autorità competente o comunque necessari per tutelare la sicurezza e la salute in Università; evitare comportamenti pericolosi per sé e per gli altri.

Alcuni esempi per concorrere a mantenere condizioni di sicurezza:

- nei corridoi, sulle scale e negli atri: non correre;
non depositare oggetti che possano ingombrare il passaggio;
lascia libere le vie di passaggio e le uscite di emergenza;
- negli istituti, nei dipartimenti, nei laboratori e in biblioteca
segui scrupolosamente le indicazioni del personale preposto;
prima di utilizzare qualsiasi apparecchio, attrezzatura o altro; leggi le norme d'uso, le istruzioni e le indicazioni di sicurezza;
non utilizzare apparecchiature proprie senza specifica autorizzazione del personale preposto;
non svolgere attività diverse da quelle didattiche o autorizzate;
- nei luoghi segnalati
non fumare o accendere fiamme libere;
non accedere ai luoghi ove è indicato il divieto di accesso;
- in caso di evacuazione
mantieni la calma; segnala immediatamente l'emergenza in corso al personale presente e/o ai numeri di telefono indicati;
ascolta le indicazioni fornite dal personale preposto;
non usare ascensori;
raggiungi luoghi aperti a cielo libero seguendo la cartellonistica predisposta;
raggiungi rapidamente il punto di raccolta più vicino (indicato nelle planimetrie esposte nell'edificio); verifica che tutte le persone che erano con te si siano potute mettere in situazione di sicurezza; segnala il caso di un'eventuale persona dispersa al personale della squadra di emergenza;
utilizza i dispositivi di protezione antincendio per spegnere un focolaio solo se ragionevolmente sicuro di riuscirci (focolaio di dimensioni limitate) e assicurati di avere sempre una via di fuga praticabile e sicura.

In tutte le sedi dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, nei limiti e con le modalità stabilite dalla normativa in materia, vige il divieto di fumo.

NUMERI DI EMERGENZA

Per segnalazioni riguardanti la sicurezza utilizza i seguenti numeri di emergenza:

Soccorso Interno di Emergenza	n. telefonico interno 204 030/2406204 da fuori U.C. o da tel. Cellulare
Servizio Vigilanza	n. telefonico interno 499 030/2406499 da fuori U.C. o da tel. Cellulare
Servizio Sicurezza	n. telefonico interno 204 030/2406204 da fuori U.C. o da tel. Cellulare
Servizio Tecnico	n. telefonico interno 321 030/2406321 da fuori U.C. o da tel. Cellulare
Direzione di Sede	n. telefonico interno 286 030/2406286 da fuori U.C.

Per chiarimenti o approfondimenti contattare:

Servizio Prevenzione e Protezione: *servizilogistico-economali-bs@unicatt.it*

PERSONALE DELL'UNIVERSITÀ

Il personale dell'Università Cattolica è al servizio degli studenti e degli utenti dell'Ateneo. Il personale si impegna a garantire le migliori condizioni affinché tutti gli utenti possano usufruire nel modo più proficuo dei servizi e delle strutture dell'Università.

Il personale dei Servizi Didattici e Segreteria studenti, della Biblioteca e della Logistica, nell'esercizio delle proprie funzioni nell'ambito dei locali dell'Università, è autorizzato a far rispettare le disposizioni di utilizzo degli spazi e delle strutture universitarie.

Tutto il personale e in particolare gli addetti alla Vigilanza, alla Bidelleria e alla Portineria, in base all'art. 47 R.D. 1269/1938, possono esercitare attività di prevenzione e inibizione di ogni turbamento dell'ordine interno dell'Ente universitario. Nell'esercizio di tale attività redigono un verbale che ha anche rilevanza esterna e può essere equiparato ai verbali redatti dagli ufficiali ed agenti della Forza Pubblica.

Al personale dell'Università Cattolica non è consentito di provvedere in vece altrui alla presentazione di documenti o, comunque, di compiere qualsiasi pratica scolastica presso la Segreteria studenti.

NORME DI GARANZIA DEL FUNZIONAMENTO DEI SERVIZI ESSENZIALI

(Norme sull'esercizio del diritto di sciopero nei servizi pubblici essenziali e sulla salvaguardia dei diritti della persona costituzionalmente tutelati – leggi n. 146/1990, n. 83/2000 e succ. modifiche e integrazioni)

Nell'ambito dei servizi essenziali dell'istruzione universitaria, dovrà garantirsi la continuità delle seguenti prestazioni indispensabili per assicurare il rispetto dei valori e dei diritti costituzionalmente tutelati:

- immatricolazione ed iscrizione ai corsi universitari;
- prove finali, esami di laurea e di stato;
- esami conclusivi dei cicli annuali e/o semestrali di istruzione;
- certificazione per partecipazione a concorsi nei casi di documentata urgenza per scadenza dei termini.

SERVIZI DELL'UNIVERSITÀ PER GLI STUDENTI

Allo studente che si iscrive in Università Cattolica, oltre alla qualità e alla serietà degli studi, l'Ateneo, in linea con la propria tradizione di attenzione alla persona, mette a disposizione un'ampia offerta di servizi e di iniziative culturali e ricreative, in fase di continuo sviluppo e miglioramento. Ciò al fine di agevolare lo studente nello svolgimento delle proprie attività e garantire adeguata assistenza, in particolare, nei momenti più impegnativi della sua carriera.

I-Catt

Tra i servizi offerti dall'Ateneo segnaliamo **I-Catt**, la pagina personale dello studente, accessibile da qualsiasi postazione pc dell'Università o da casa. Oltre al trasferimento sul web di tutte le funzionalità UC-Point, la pagina I-Catt riorganizza le informazioni relative alla didattica già presenti nel sito, in modo profilato sul percorso di studi del singolo studente: orari dei corsi, lezioni sospese, calendario appelli d'esame, avvisi dei docenti. Da qui sono gestite in maniera innovativa le comunicazioni sia verso lo studente, sia da parte dello studente, che può porre quesiti e chiedere spiegazioni al servizio coinvolto dal problema in questione e avere una risposta tempestiva e puntuale.

Da marzo 2012 I-Catt è anche mobile.

I-Catt Mobile, l'app gratuita che l'Ateneo del Sacro Cuore ha sviluppato per i propri studenti delle sedi di Milano, Brescia e Piacenza. La nuova app, che va ad arricchire l'offerta di servizi avanzati e a distanza della Cattolica, è scaricabile da **App Store**. I-Catt Mobile è costituita da molteplici funzioni. Alcune sono aperte a tutti e offrono una presentazione dell'offerta formativa e dei servizi erogati dalle sedi padane dell'Università Cattolica; altre invece sono profilate e mirate a dare informazioni utili in tempo reale sulla vita universitaria e sul percorso di studio del singolo studente. Attraverso l'autenticazione integrata con il portale I-Catt gli studenti potranno infatti consultare l'elenco dei propri corsi, il relativo orario e, attraverso la geolocalizzazione, visualizzare su mappa le aule e i principali punti di interesse. Sarà inoltre possibile controllare in tempo reale la bacheca Esami del Giorno con l'indicazione degli orari e delle aule.

La funzione I miei docenti consente di monitorare e visualizzare gli avvisi pubblicati dai professori nella loro pagina personale, mentre Il mio libretto elenca gli esami sostenuti (voto e crediti formativi universitari) con la possibilità di visualizzarne l'andamento in modalità grafica e di monitorare la media calcolata secondo i criteri delle facoltà di appartenenza.

La sezione Comunicazioni di **I-Catt** è completamente integrata nell'app rendendo così possibile, a tutti coloro che sono iscritti in Cattolica, di richiedere informazioni e salvare nel proprio calendario date ed eventi importanti, come ad esempio gli appelli

d'esame. Sono inoltre disponibili diversi servizi che rendono l'app interessante ed utile anche a chi si avvicina per la prima volta all'Università Cattolica: come un'ampia Gallery, ricca di foto dell'Ateneo e video descrittivi delle proposte formative delle singole facoltà, o una specifica sezione dedicata alla presentazione dei Master di primo e secondo livello.

Grazie alla funzione **My Library** è poi possibile avere un collegamento diretto con il sistema bibliotecario dell'Ateneo: l'utente può tranquillamente consultare il catalogo online della Cattolica e verificare la disponibilità di un volume. Aprendo invece Aule informatiche si ha accesso all'elenco delle aule Pc con il relativo calendario settimanale di disponibilità per ricerche e approfondimenti. Una vera e propria vetrina degli annunci è invece Bachecca alloggi curata da EDUCatt, che presenta online un ampio ventaglio di contatti, indirizzi, abitazioni per tutti coloro che sono alla ricerca di una casa.

I-Catt Mobile rappresenta una vera novità nel panorama delle app legate al mondo universitario. A caratterizzare e contraddistinguere **I-Catt Mobile** è la possibilità di una concreta e costante interazione, in tempo reale, tra studente e docente, utente esterno e servizi accademici. Basterà infatti, ovunque ci si trovi, dare una rapida occhiata al proprio **iPhone** per avere la conferma dell'orario di una lezione, per conoscere la data del prossimo esame, essere sempre aggiornati sulle comunicazioni dei professori o visualizzare la mappa per raggiungere a colpo sicuro una determinata aula.

Dal mese di settembre 2012 **I-Catt Mobile** sarà disponibile anche per gli smartphone/tablet con sistema operativo **Android**.

All'interno del sito web dell'Università Cattolica (www.unicatt.it) tutti i servizi hanno ampie sezioni a loro dedicate utili per la consultazione.

Tra questi, in sintesi, ricordiamo:

- Area Matricole
- Attività culturali e ricreative
- Biblioteca
- Centro Pastorale
- Centro Universitario Teatrale (CUT)
- Counseling Psicologico
- Formazione permanente
- Gruppo musicale
- ILAB – Centro per l'innovazione e lo sviluppo delle attività didattiche e tecnologiche di Ateneo
- Integrazione studenti con disabilità o studenti con dislessia
- Libreria
- Orientamento e Tutorato
- Relazioni Internazionali
- Segreteria TFA
- Servizi informatici
- Servizi Sportivi e Turistici
- Servizio abitativo
- Servizi Didattici e Segreteria studenti
- Servizio linguistico (SeLdA)
- Servizio ristorazione / mense
- Sportello Salute Giovani
- Stage e Placement
- Studenti con titolo estero
- Ufficio Informazioni Generali

Finito di stampare
nel mese di settembre 2012

Pubblicazione non destinata alla vendita

UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE
25121 BRESCIA – via Trieste, 17

PROGRAMMI DEI CORSI

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI

Laurea triennale
Laurea magistrale

ANNO ACCADEMICO 2012/2013

ELENCO DEGLI INSEGNAMENTI E RELATIVI DOCENTI INCARICATI

LAUREE TRIENNALI

1. Algebra: Prof.ssa CLARA FRANCHI	pag. 5
2. Ambiente, biotecnologie e consumi: Proff. MARIA LUISA CALLEGARI, STEFANO GONANO	pag. 6
3. Analisi matematica I: Prof. MARCO DEGIOVANNI	pag. 7
4. Analisi matematica II: Prof. MARCO MARZOCCHI	pag. 8
5. Analisi numerica: Prof. MAURIZIO PAOLINI	pag. 9
6. Approfondimenti di algebra: Prof.ssa MARIA CLARA TAMBURINI	pag. 11
7. Approfondimenti di analisi matematica: Prof. MARCO MARZOCCHI	pag. 11
8. Approfondimenti di analisi numerica: Prof. FRANCO PASQUARELLI	pag. 12
9. Approfondimenti di geometria: Prof.ssa ELENA ZIZIOLI	pag. 13
10. Approfondimenti di meccanica analitica: Prof. ALFREDO MARZOCCHI	pag. 14
11. Biochimica: Proff. ALESSANDRO ARCOVITO; ANDREA SILVESTRINI	pag. 15
12. Chimica: Prof.ssa LIDIA ARMELAO	pag. 16
13. Complementi di analisi matematica: Prof. MARCO MARZOCCHI	pag. 18
14. Complementi di geometria: Prof.ssa SILVIA PIANTA	pag. 19
15. Dinamica dei fluidi: Proff. GIULIO GIUSEPPE GIUSTERI; ALESSANDRO MUSESTI	pag. 21
16. Ecologia: Prof. GIACOMO GEROSA	pag. 22
17. Elementi di struttura della materia: Prof. LUIGI SANGALETTI	pag. 23
18. Elettromagnetismo: Prof. GABRIELE FERRINI	pag. 24
19. Fisica dell'ambiente terrestre: Docente da nominare	pag. 26
20. Fisica dei nuclei e delle particelle: Prof. GIUSEPPE LUCA CELARDO	pag. 27
21. Fisica dei sistemi energetici: Prof.ssa MARIA CHIESA	pag. 28
22. Fisica generale: Proff. STEFANIA PAGLIARA, ERNESTO TONNI	pag. 29
23. Fondamenti dell'informatica: Prof. DANIELE TESSERA	pag. 32
24. Fondamenti dell'informatica II: Prof. DANIELE TESSERA	pag. 32
25. Fondamenti di astronomia e di astrofisica: Prof. PIERO RAFANELLI	pag. 33
26. Fondamenti di marketing per le scienze: Prof. PAOLO GERARDINI	pag. 36
27. Fondamenti di ricerca operativa: Prof. LORENZO SCHIAVINA	pag. 38
28. Geometria: Prof. MAURO SPERA	pag. 40
29. Geometria I: Prof.ssa SILVIA PIANTA	pag. 40
30. Geometria II: Prof. MAURO SPERA	pag. 42
31. Inglese: Prof.ssa CLAUDIA MORETTI	pag. 45
32. Istituzioni di economia: Prof. STEFANO PAREGLIO	pag. 46
33. Laboratorio di elettromagnetismo: Prof. CLAUDIO GIANNETTI	pag. 47

34. Laboratorio di elettronica: Prof. FRANCESCO BANFI	pag. 49
35. Laboratorio di fisica generale: Prof. GIANLUCA GALIMBERTI	pag. 51
36. Laboratorio di fisica moderna: Prof.ssa STEFANIA PAGLIARA	pag. 53
37. Laboratorio di ottica: Prof. CLAUDIO GIANNETTI	pag. 55
38. Logica e teoria degli insiemi: Prof. MARCO DEGIOVANNI	pag. 56
39. Matematica finanziaria: Prof. FAUSTO MIGNANEGO	pag. 56
40. Meccanica analitica: Prof. ALFREDO MARZOCCHI	pag. 58
41. Meccanica quantistica: Prof. FAUSTO BORGONOVÌ	pag. 58
42. Meccanica razionale: Prof. ALFREDO MARZOCCHI	pag. 60
43. Metodi e modelli matematici per le applicazioni: Prof. ALESSANDRO MUSESTI	pag. 61
44. Metodi matematici della fisica I: Prof. MARCO DEGIOVANNI	pag. 62
45. Metodi matematici per la fisica II: Prof. GIUSEPPE NARDELLI	pag. 62
46. Ottica: Prof. FRANCESCO BANFI	pag. 63
47. Relatività: Prof. ANDREA MAURI	pag. 65
48. Statistica matematica I: Prof. LUCIO BERTOLI BARSOTTI	pag. 66
49. Statistica matematica II: Prof. LUCIO BERTOLI BARSOTTI	pag. 67
50. Tecniche e strumenti del calcolo scientifico: Prof. ANDREA POLLINI	pag. 69
51. Tecniche e strumenti di analisi dei dati: Prof. FRANCESCO CIVARDI	pag. 70
52. Tecnologie web per il calcolo scientifico: Prof. ANDREA POLLINI	pag. 72

LAUREE MAGISTRALI

1. Analisi complessa: Prof. GIUSEPPE NARDELLI	pag. 73
2. Analisi numerica: Prof. MAURIZIO PAOLINI	pag. 73
3. Analisi superiore I: Prof. ROBERTO LUCCHETTI	pag. 73
4. Applicazioni della meccanica quantistica: Prof. MAURIZIO ROSSI	pag. 75
5. Controllo dell'inquinamento: Prof. RICCARDO MARZUOLI	pag. 76
6. Cosmologia: Prof. YVES GASPARD	pag. 77
7. Economia dell'ambiente e dell'energia: Prof. STEFANO PAREGLIO	pag. 79
8. Elettronica quantistica: Proff. GABRIELE FERRINI, CLAUDIO GIANNETTI	pag. 81
9. Equazioni differenziali: Prof. ALESSANDRO GIACOMINI	pag. 82
10. Equazioni differenziali della fisica matematica: Prof. ALESSANDRO MUSESTI	pag. 83
11. Fisica delle radiazioni ionizzanti: Proff. PIERO FEROLDI; CORRADO FLAVIANO	pag. 84
12. Fisica dello stato solido: Prof. LUIGI SANGALETTI	pag. 87
13. Fisica teorica: Prof. GIUSEPPE NARDELLI	pag. 88
14. Fondamenti della matematica: Prof. ANTONINO VENTURA	pag. 90

15. Geometria superiore II: Prof.ssa SILVIA PIANTA	pag. 92
16. Intelligenza artificiale: Prof. GERMANO RESCONI	pag. 93
17. Istituzioni di algebra superiore I: Prof.ssa MARIA CLARA TAMBURINI	pag. 94
18. Istituzioni di algebra superiore II: Prof.ssa CLARA FRANCHI	pag. 95
19. Istituzioni di analisi superiore I: Prof. MARCO DEGIOVANNI	pag. 96
20. Istituzioni di fisica matematica I: Prof. ALFREDO MARZOCCHI	pag. 97
21. Istituzioni di geometria superiore I: Prof. LUCA LUSSARDI	pag. 98
22. Istituzioni di geometria superiore II: Prof. MAURO SPERA	pag. 99
23. Laboratorio di fisica generale: Prof. GIANLUCA GALIMBERTI	pag. 102
24. Matematiche complementari I: Prof. MARCO DEGIOVANNI	pag. 105
25. Matematiche complementari II: Prof. MARIO MARCHI	pag. 105
26. Meccanica statistica: Prof. FAUSTO BORGONOVÌ	pag. 106
27. Meteorologia e micrometeorologia: Prof. GIACOMO GEROSA	pag. 108
28. Metodi di approssimazione: Prof. MAURIZIO PAOLINI	pag. 109
29. Metodi sperimentali della fisica moderna: Prof. LUCA GAVIOLI	pag. 110
30. Nanoscopie a scansione: Prof. LUCA GAVIOLI	pag. 111
31. Processi stocastici: Prof. GIULIO GIUSEPPE GIUSTERI	pag. 113
32. Storia delle matematiche I: Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO	pag. 114
33. Storia delle matematiche II: Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO	pag. 115
34. Struttura della materia: Prof. LUIGI SANGALETTI	pag. 115
35. Teoria dei campi e delle particelle elementari: Prof. GIUSEPPE NARDELLI	pag. 118
Programmi dei Corsi di Teologia	pag. 120
Programmi dei Corsi di lingua straniera di primo livello (SeLdA)	pag. 124

PLAUREE TRIENNALI

1. - Algebra

PROF.SSA CLARA FRANCHI

OBIETTIVO DEL CORSO

Fornire i concetti di base sulle strutture algebriche fondamentali.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Teoria degli insiemi: relazioni di equivalenza, relazioni d'ordine, funzioni.
- Gli interi: algoritmo della divisione, teorema fondamentale dell'aritmetica, congruenza modulo n .
- Monoidi e gruppi: definizione e proprietà fondamentali, esempi, sottogruppi, sottogruppi normali e gruppi quozienti, omomorfismi, gruppi di permutazioni.
- Anelli e campi: definizioni ed esempi, omomorfismi, ideali e anelli quoziente, anelli euclidei, anelli di polinomi.

BIBLIOGRAFIA

I.N. HERSTEIN, *Algebra*, Editori riuniti, Roma (1982)

B. SCIMEMI, *Algebretta*, edizioni Decibel-Zanichelli.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto e orale.

AVVERTENZE

La professoressa Clara Franchi riceve nel suo studio prima e dopo le lezioni o su appuntamento.

2. - Ambiente, biotecnologie e consumi

PROFF. MARIA LUISA CALLEGARI, STEFANO GONANO

OBIETTIVO DEL CORSO

Le produzioni agricole, i consumi alimentari e la scelta di cosa consumare lasciano un'impronta sul territorio e orientano le scelte produttive da parte del sistema agroalimentare e non solo. Per questo, il regime alimentare diventa parte integrante e strutturante dell'organizzazione sociale.

In particolare, condiziona lo studio, le tecniche e l'utilizzazione dei microrganismi che: consentono di degradare, trasformare le sostanze inquinanti apportate nell'ambiente dalle produzioni agricole ed industriali; permettono di migliorare/standardizzare le produzioni di alimenti; diventano degli ingredienti base per l'industria farmaceutica. Inoltre, la scelta di cosa mangiare, o cosa non mangiare, determina in senso spaziale il crearsi o meno di determinate filiere; la scelta di come e cosa coltivare/allevare disegna il paesaggio; la scelta di a cosa destinare le derrate agricole (alimenti o altro) determina anche una competizione per uno spazio fisico limitato.

Infine l'ecologia della nutrizione consente di valutare l'impatto ambientale delle scelte alimentari di modificare condotte non più considerate accettabili, anche eticamente, dalla società della società sviluppate.

PROGRAMMA DEL CORSO

Modulo di Biotecnologie e ambiente: prof.ssa Maria Luisa Callegari

Microrganismi utilizzati in processi biotecnologici. Miglioramento ceppi attraverso la mutagenesi.

Processi di ricombinazione in batteri e funghi. Fusione di protoplasti. Selezione di mutanti, screening e arricchimenti.

Elementi di genetica microbica. Plasmidi e virus come vettori di clonaggio. Ospiti per il clonaggio. Clonaggio ed espressione di geni eterologhi in microrganismi procariotici ed eucariotici.

Cinetica della crescita microbica e dei prodotti; principali parametri biotecnologici dei processi fermentativi.

Il corso di Biotecnologie e Ambiente accennerà a: microrganismi utili per degradare e trasformare le sostanze inquinanti; le applicazioni delle fermentazioni nella produzione di alimenti e all'importanza dei microrganismi nella produzione di molecole specifiche come polisaccaridi, lipopolisaccaridi ed altro.

Modulo di Ambiente e consumi: prof. Stefano Gonano

Evoluzione dei consumi alimentari, scelte ed orientamenti del consumatore.

L'impatto dei cambiamenti economici sull'alimentazione e le abitudini alimentari.

Evoluzione degli stili di vita e consumo critico.
Ecologia della nutrizione e ricadute delle scelte alimentari sulla società e sull'economia.
Consumi, sviluppo sostenibile, biocapacità ed impronta ecologica.

BIBLIOGRAFIA

Durante le lezioni verranno consigliate alcune letture di approfondimento.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula. Verranno proposti lavori, seminari di gruppo.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami scritti, orali.

AVVERTENZE

I prof. Callegari e Gonano ricevono gli studenti dopo le lezioni presso l'aula.

3. - Analisi matematica I

PROF. MARCO DEGIOVANNI

OBBIETTIVO DEL CORSO

Far acquisire allo studente le principali nozioni di topologia e di calcolo infinitesimale in una dimensione.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Elementi di logica. Proposizioni e connettivi. Predicati e quantificatori. Elementi essenziali di teoria degli insiemi.
- Estremo superiore ed estremo inferiore. Numeri naturali, interi e razionali. Proprietà di Archimede e densità dei numeri razionali. Formula del binomio di Newton.
- Limiti e continuità per funzioni reali di una variabile reale. Cenni a massimo e minimo limite. Successioni. Enunciati dei teoremi di esistenza degli zeri, della funzione inversa e di Weierstrass. Uniforme continuità. Enunciato delle principali proprietà. Serie a termini reali. Serie a termini reali positivi. Criteri del confronto, della radice e del rapporto. Serie assolutamente convergenti. Criterio di Leibniz. Numeri complessi. Estensioni al caso complesso.
- Derivata per funzioni reali di una variabile reale. I teoremi di Rolle, Cauchy e

- Lagrange. Applicazioni allo studio di funzione. I teoremi di L'Hôpital. La formula di Taylor. Funzioni convesse. Estensioni al caso complesso.
- La teoria dell'integrazione secondo Riemann. Integrabilità delle funzioni monotone e delle funzioni continue. Il teorema fondamentale del calcolo integrale. Primitive. Formule di integrazione per sostituzione e per parti. Integrali impropri e relazione con le serie. Estensioni al caso complesso.
 - Equazioni differenziali lineari del primo ordine. Equazioni differenziali lineari del secondo ordine a coefficienti costanti. Equazioni differenziali a variabili separabili.

BIBLIOGRAFIA

- E. ACERBI & G. BUTTAZZO, *Primo corso di Analisi matematica*, Pitagora Editrice, Bologna, 1997.
J.P. CECCONI & G. STAMPACCHIA, *Analisi matematica I: Funzioni di una variabile*, Liguori, Napoli, 1974.
C. CITRINI, *Analisi matematica I*, Boringhieri, Torino, 1991.
G. GILARDI, *Analisi Uno*, McGraw-Hill Italia, Milano, 1992.
E. GIUSTI, *Analisi matematica I*, Boringhieri, Torino, 1984.
C. D. PAGANI & S. SALSA, *Analisi matematica volume I*, Masson, Milano, 1990.
G. PRODI, *Analisi matematica*, Boringhieri, Torino, 1970.
Verranno inoltre distribuite delle dispense sui vari argomenti del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto ed orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Degiovanni riceve gli studenti nel suo studio dopo le lezioni.

4. - Analisi matematica II

PROF. MARCO MARZOCCHI

OBIETTIVO DEL CORSO

Far acquisire allo studente le principali nozioni di topologia e calcolo differenziale in dimensione finita.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Spazi unitari e spazi normati. Spazi metrici, intorno, aperti e chiusi. Limite e continuità di un'applicazione. Successioni. Spazi metrici completi. Enunciato del teorema delle contrazioni. Alcuni spazi funzionali. Serie. Spazi metrici compatti per successioni. Compattezza negli spazi euclidei. Teorema di Weierstrass. Uniforme continuità. Spazi metrici connessi. Spazi normati ed unitari di dimensione finita.
- Derivata direzionale e differenziale. Calcolo differenziale in dimensione finita. Derivate direzionali di ordine superiore e loro simmetria. Formula di Taylor. Studio di massimi e minimi locali. Sottovarietà. Teorema dei moltiplicatori di Lagrange.

BIBLIOGRAFIA

- R.A. ADAMS, *Calcolo differenziale 2. Funzioni di più variabili*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1993.
- C. CITRINI, *Analisi matematica 2*, Boringhieri, Torino, 1992.
- W.H. FLEMING, *Functions of several variables*, Springer-Verlag, Berlin, 1977.
- G. GILARDI, *Analisi Due*, McGraw-Hill Italia, Milano, 1993.
- E. GIUSTI, *Analisi matematica 2*, Boringhieri, Torino, 1984.
- C.D. PAGANI-S. SALSA, *Analisi matematica. Volume 2*, Masson, Milano, 1991.
- G. PRODI, *Analisi matematica. Parte II*, Editrice Tecnico Scientifica, Pisa, 1971.
- W. RUDIN, *Principi di analisi matematica*, McGraw-Hill Italia, Milano, 1991.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto ed orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Marco Marzocchi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

5. - Analisi numerica

PROF. MAURIZIO PAOLINI

OBIETTIVO DEL CORSO

Si intende fornire le nozioni fondamentali dell'analisi numerica, affrontando dal punto di vista numerico problemi tipo: soluzione di equazioni nonlineari, sistemi lineari, approssimazione di funzioni di una variabile, ricerca di autovalori/autovettori, integrazione numerica, risoluzione del problema di Cauchy.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Teoria degli errori: Errore assoluto/relativo, condizionamento di problemi matematici, propagazione dell'errore, rappresentazione floating point, stabilità di algoritmi.
- Sistemi lineari: Sistemi triangolari, eliminazione di Gauss, strategie pivotali, fattorizzazione LU, fattorizzazione di Choleski, metodi iterativi di Jacobi, Gauss-Seidel, SOR., metodo delle correzioni residue, test di arresto.
- Equazioni nonlineari: Metodi di bisezione, secanti, Newton, ordine di convergenza, test di arresto. Forma di Hörner per polinomi.
- Approssimazione di funzioni: Interpolazione di Lagrange, teorema di esistenza e unicità; differenze divise e interpolazione in forma di Newton; nodi di Chebyshev; formula dell'errore.
- Minimi quadrati: Minimi quadrati nel discreto e nel continuo; proprietà di ortogonalità; Famiglie di polinomi ortogonali.
- Integrazione numerica: Formule interpolatorie; formule di Newton-Cotes; cenni alle formule di Gauss;
- Autovalori/autovettori: Definizione, metodi di localizzazione, metodo delle potenze e delle potenze inverse, studio del condizionamento del problema, trasformazioni di Householder e di Givens, fattorizzazione QR, trasformazione in forma di Hessemberg, successioni di Sturm, metodo QR.
- Applicazione delle successioni di Sturm al calcolo degli zeri reali di un polinomio.
- Equazioni differenziali ordinarie: Metodo di Eulero; analisi dell'errore del metodo di Eulero; cenni sui metodi Runge-Kutta; metodi multipasso e metodi di Adams; condizioni algebriche di consistenza e di ordine m; condizione delle radici (debole e forte); concetto di relativa stabilità; metodi predictor/corrector.

BIBLIOGRAFIA

- V. COMINCIOLI, *Analisi Numerica. Metodi Modelli Applicazioni*, McGraw Hill Libri Italia, Milano, 1990.
A. QUARTERONI, *Elementi di Calcolo Numerico*, Progetto Leonardo, Bologna, 1994.
G. NALDI - L. PARESCHI - G. RUSSO, *Introduzione al Calcolo Scientifico*, McGraw-Hill, Milano, 2001.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

AVVERTENZE

Il prof. Paolini comunicherà successivamente l'orario di ricevimento per gli studenti.

6. - Approfondimenti di algebra

PROF.SSA MARIA CLARA TAMBURINI

OBIETTIVO DEL CORSO

Fornire alcuni strumenti di algebra lineare avanzata.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Moduli finitamente generati e spazi vettoriali: omomorfismi fra moduli liberi e matrici, struttura di un modulo su un P.I.D., gruppi abeliani finitamente generati, il $K[x]$ -modulo definito da un endomorfismo.
- Coniugio fra matrici: polinomio caratteristico e polinomio minimo, matrice companion di un polinomio, forme canoniche razionali, autovalori, autovettori, forme canoniche di Jordan.

BIBLIOGRAFIA

M.C. TAMBURINI, *Appunti di Algebra*, Pubblicazioni ISU, Università Cattolica, Milano.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami scritti e orali.

AVVERTENZE

La Prof.ssa Maria Clara Tamburini riceve gli studenti nel suo studio nei giorni di Lunedì, Martedì e Giovedì.

7. - Approfondimenti di analisi matematica

PROF. MARCO MARZOCCHI

OBIETTIVO DEL CORSO

Far acquisire allo studente i risultati più complessi riguardanti il calcolo infinitesimale in dimensione finita.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Approfondimenti sulla teoria dei limiti. Massimo e minimo limite. Successioni e sottosuccessioni. Il teorema di Bolzano-Weierstrass. Il criterio di convergenza di Cauchy per le successioni e per le serie. Il criterio di condensazione ed il prodotto secondo Cauchy di due serie. I teoremi di esistenza degli zeri, della funzione inversa e di Weierstrass. Uniforme continuità.
- Funzione esponenziale in ambito complesso. Funzioni circolari. Il teorema fondamentale dell'algebra.
- Formula di Taylor col resto integrale. Integrazione delle funzioni razionali. Equazioni differenziali lineari del primo ordine e del secondo ordine a coefficienti costanti in ambito complesso.
- Il teorema delle contrazioni. Spazi metrici compatti per ricoprimenti.

Nozioni di equivalenza fra metriche. I teoremi di inversione locale e delle funzioni implicite.

Forme quadratiche ed autovalori. Sistemi di equazioni differenziali ordinarie del primo ordine. Equazioni lineari con coefficienti costanti. Il teorema di Fubini. La formula dell'area ed il teorema di cambiamento di variabile. Aperti semplicemente connessi.

BIBLIOGRAFIA

Sarà comunicata dal docente direttamente a lezione.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

AVVERTENZE

Il Prof. Marco Marzocchi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

8. - Approfondimenti di analisi numerica

PROF. FRANCO PASQUARELLI

OBIETTIVO DEL CORSO

Vengono approfonditi alcuni degli argomenti delle prime due unità. Inoltre: Problemi ai limiti. Cenni sui problemi alle derivate parziali. Fast Fourier Transform. Ottimizzazione lineare/non lineare.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Sistemi lineari (approfondimenti): Gradiente coniugato; gradiente coniugato preconditionato.
- Approssimazione di funzioni (approfondimenti): Interpolazione di Hermite; Interpolazione con funzioni Splines; problema dell'ottima approssimazione.
- Integrazione numerica (approfondimenti): tecniche adattative; tecniche di estrapolazione (Richardson e Romberg).
- Problemi ai limiti: Metodo di shooting; cenni ai metodi delle differenze finite, degli elementi finiti e ai metodi spettrali.
- Equazioni alle derivate parziali: Cenni.
- Fast Fourier Transform: Richiami di teoria; Trasformata di Fourier discreta; algoritmo FFT.
- Ottimizzazione: Ottimizzazione non lineare.

BIBLIOGRAFIA

V. COMINCIOLI, *Analisi Numerica. Metodi e Modelli Applicazioni*, McGraw Hill Libri Italia, Milano, 1990.
A. QUARTERONI - R. SACCO - F. SALERI, *Matematica numerica*, Springer-Verlag Italia, Milano, 1998.
K. ATKINSON, *An introduction to numerical analysis*, J. Wiley & Sons, New York 1966.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali.

AVVERTENZE

Il Prof. Franco Pasquarelli riceve gli studenti come da avviso esposto all'Albo.

9. - Approfondimenti di geometria

PROF.SSA ELENA ZIZIOLI

OBIETTIVO DEL CORSO

Il Corso si prefigge lo scopo di completare le conoscenze di base di Algebra Lineare e Geometria e di fornire gli strumenti atti a saper rappresentare e studiare le superficie nello spazio proiettivo.

PROGRAMMA DEL CORSO

Il corso si articola nelle seguenti due parti:

1. APPROFONDIMENTI DI ALGEBRA LINEARE

Dualità negli spazi vettoriali e sue proprietà. Spazi proiettivi derivati da spazi vettoriali, spazi proiettivi duali. Ortogonalità in spazi vettoriali euclidei. Forme sesquilineari e forme hermitiane in uno spazio vettoriale complesso. Spazi unitari e loro proprietà. Operatori hermitiani ed unitari: loro proprietà e teorema spettrale.

2. APPROFONDIMENTI DI GEOMETRIA:

Lo spazio proiettivo complesso tridimensionale e le sue proprietà. Studio delle superficie algebriche reali in tale spazio: ordine, punti semplici e singolari, superficie di rotazione e rigate. Applicazione della teoria generale alle quadriche: classificazione proiettiva e affine, sezioni piane, equazioni canoniche affini, proprietà metriche.

BIBLIOGRAFIA

M. ABATE, *Geometria*, McGraw Hill, Milano, 1996.

M.C. BELTRAMETTI - E. CARLETTI - D. GALLARATI - G. MONTI BRAGADIN, *Lezioni di geometria analitica e proiettiva*, Bollati Boringhieri, Torino, 1996.

G. CASTELNUOVO, *Lezioni di geometria analitica*, Dante Alighieri, Milano, 1969.

E. SERNESI, *Geometria I*, Bollati Boringhieri, Torino, 1991.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto e orale.

AVVERTENZE

La Prof.ssa Elena Zizioli riceve gli studenti nel suo studio dopo le lezioni o su appuntamento.

10. - Approfondimenti di meccanica analitica

PROF. ALFREDO MARZOCCHI

OBBIETTIVO DEL CORSO

Il corso ha come obiettivo la presentazione dei primi concetti di Meccanica Celeste e delle applicazioni dalla Meccanica Analitica alla Meccanica Celeste.

PROGRAMMA DEL CORSO

Richiami sul problema dei due corpi. Forze centrali non newtoniane. Il problema degli N corpi. Il problema dei tre corpi. La teoria di Sundman e le soluzioni di Lagrange e di Eulero. Il problema ristretto dei tre corpi e il problema di Hill. Cenni di teoria delle perturbazioni.

BIBLIOGRAFIA

Verranno fornite dispense del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il prof. Alfredo Marzocchi riceve gli studenti dopo le lezioni in studio.

11. - Biochimica

PROFF. ALESSANDRO ARCOVITO, ANDREA SILVESTRINI

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso ha l'obiettivo di fornire allo studente le competenze di base della biochimica moderna, sia attraverso l'identificazione delle caratteristiche fisico-chimiche delle principali macromolecole biologiche, sia attraverso lo studio delle principali vie metaboliche cellulari e delle interconnessioni fra di esse.

PROGRAMMA DEL CORSO

STRUTTURA E FUNZIONE DI MACROMOLECOLE BIOLOGICHE

Gli amminoacidi. Proprietà chimico fisiche degli amminoacidi e legame peptidico. Struttura delle proteine. La denaturazione e il ripiegamento non corretto delle proteine (amiloidosi e malattie prioniche). Proteine globulari. Proteine che trasportano l'O₂ (Mioglobina ed Emoglobina). Emoglobinopatie. Le proteine fibrose, collagene ed elastina. Gli enzimi, proprietà e regolazione. Proprietà e classificazione dei carboidrati. Ruolo dei carboidrati nella dieta. Proprietà e classificazione dei Lipidi. Ruolo dei lipidi nella dieta e quali costituenti delle membrane biologiche. Gli acidi nucleici: proprietà chimico fisiche e ruolo fisiologico.

INTRODUZIONE AL METABOLISMO

Introduzione al metabolismo: sua organizzazione generale – Concetto di vie e di mappe metaboliche. Vie degradative (catabolismo) e vie biosintetiche (anabolismo). Bioenergetica. Molecole energeticamente cariche. Utilizzo dell'energia biochimica nella cellula. Le reazioni biochimiche della glicolisi. Degradazione del glicogeno. Reazioni del ciclo dell'acido citrico. Reazioni della via dei pentoso fosfati – Significato biochimico. La fosforilazione ossidativa - Il mitocondrio come centrale energetica della cellula. Il trasporto degli elettroni. L'ATP sintetasi: struttura funzione. Reazioni della beta-ossidazione degli acidi grassi resa energetica. Vie biosintetiche. La gluconeogenesi – Relazioni tra gluconeogenesi e glicolisi. Biosintesi del glicogeno. Biosintesi degli acidi grassi.

BIBLIOGRAFIA

P.C. CHAMPE-R.A. HARVEY-D.R. FERRIER, *Le basi della Biochimica*, Zanichelli.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni frontali in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto con domande a risposta multipla e a risposta aperta e successivo esame orale.

AVVERTENZE

Gli studenti possono contattare i docenti via e-mail o telefono e concordare con gli stessi gli orari e i luoghi per il ricevimento.

12. - Chimica

PROF.SSA LIDIA ARMELAO

OBBIETTIVO DEL CORSO

Il Corso prevede lo studio e l'applicazione delle leggi principali della Chimica. Ha l'obiettivo di portare lo studente ad una comprensione della correlazione tra struttura elettronica, configurazione spaziale delle molecole e proprietà della materia; di fornire i criteri per la spontaneità delle reazioni e per lo studio della velocità nelle trasformazioni chimiche; di utilizzare la periodicità delle proprietà chimiche per pervenire ad una analisi sistematica delle caratteristiche e del comportamento dei vari elementi e composti.

PROGRAMMA DEL CORSO

Materia e sostanza, sistemi omogenei ed eterogenei, elementi e composti, legge delle proporzioni definite, legge della composizione costante, legge della conservazione della materia, numero atomico, isotopi, peso atomico, mole, nomenclatura chimica.

Modello di Rutherford, modello di Bohr, la quantizzazione, l'equazione di Schrödinger, atomi idrogenoidi, numeri quantici, orbitali s, p, d, f, configurazione elettronica (*Aufbau*), principio di Pauli, regola di Hund, energia di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività, tavola periodica e proprietà periodiche degli elementi.

Legame ionico, legame covalente, teoria del legame di valenza, formule di risonanza, ibridazione, teoria della repulsione delle coppie elettroniche del guscio di valenza (VSEPR), teoria degli orbitali molecolari, molecole biatomiche omonucleari (H₂, N₂, O₂...) ed eteronucleari (CO, NO), molecole poliatomiche (NH₃, H₂O, CH₄...), acidi e basi secondo Lewis, metalli, semiconduttori ed isolanti.

Stati di aggregazione, solidi covalenti, solidi cristallini, solidi ionici, costante di Madelung, solidi molecolari, forze di van der Waals, legame a idrogeno, liquidi, proprietà dei liquidi, gas, formule, molarità, normalità, agente limitante, resa teorica e resa percentuale, numero di ossidazione, tipi di reazioni chimiche.

Gas ideali e reali, primo principio della termodinamica, entalpia, processi endotermici ed esotermici, la termochimica, capacità termica, dipendenza dell'entalpia dalla temperatura, energie di legame, entropia, secondo principio della termodinamica, energia libera di Gibbs, equilibrio dinamico nelle reazioni chimiche, costante di equilibrio, equazione di van't Hoff.

Reazioni allo stato gassoso, Principio di Le Châtelier, calcolo della costante di equilibrio, autoprotolisi dell'acqua, il pH, forza degli acidi e delle basi, reazioni acido-base, acidi poliprotici, titolazioni acido-base, effetto tampone, indicatori acido-base, equilibri eterogenei, sali poco solubili, reazioni di precipitazione, prodotto di solubilità, equilibri simultanei.

Diagrammi di stato di sostanze pure (H₂O, CO₂, S), proprietà delle soluzioni, soluzioni ideali, legge di Raoult, legge di Henry, soluzioni ideali di soluti non volatili, proprietà colligative, diagrammi di stato di sistemi a due componenti, regola delle fasi, regola della leva, miscele di liquidi volatili, azeotropi, miscele di liquidi parzialmente miscibili.

Reazioni di ossido-riduzione, equazione di Nernst, potenziali di riduzione standard, tipi di elettrodi, esempi di celle di impiego pratico, fenomeni di corrosione, elettrolisi.

Velocità di reazione, legge cinetica, costante cinetica, ordine di reazione, tempo di dimezzamento, dipendenza della costante cinetica dalla temperatura, equazione di Arrhenius, catalizzatori.

Chimica e reattività delle principali classi di composti inorganici degli elementi tipici e di transizione. Composti di coordinazione e metallorganici.

BIBLIOGRAFIA

I. BERTINI – C. LUCHINAT – F. MANI, *Chimica*, Casa Editrice Ambrosiana, 2004.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali.

AVVERTENZE

Il ricevimento ha luogo presso lo studio in via dei Musei, l'orario verrà comunicato successivamente.

13. - Complementi di analisi matematica

PROF. MARCO MARZOCCHI

OBIETTIVO DEL CORSO

Far acquisire allo studente le principali nozioni riguardanti i sistemi di equazioni differenziali lineari e di teoria della misura.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Sistemi di equazioni differenziali ordinarie lineari del primo ordine. Esistenza ed unicità locale per il problema di Cauchy. Soluzioni massimali. Wronskiano e metodo di variazione delle costanti. Equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti.
- La misura di Hausdorff in uno spazio euclideo. Misure esterne in uno spazio euclideo. Funzioni misurabili, funzioni integrabili e funzioni sommabili. Teoremi di passaggio al limite sotto il segno di integrale. Enunciato del teorema di Fubini. Enunciati della formula dell'area e del teorema di cambiamento di variabile. Integrali dipendenti da un parametro. Formula di Gauss-Green e teorema della divergenza. Teorema di Stokes.

- Forme differenziali lineari. Integrale lungo una curva. Forme differenziali esatte. Forme differenziali chiuse. Campi di vettori solenoidali. Potenziale vettore su aperti stellati.

BIBLIOGRAFIA

- R.A. ADAMS, *Calcolo differenziale 2. Funzioni di più variabili*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1993.
C. CITRINI, *Analisi matematica 2*, Boringhieri, Torino, 1992.
W.H. FLEMING, *Functions of several variables*, Springer-Verlag, Berlin, 1977.
G. GILARDI, *Analisi Due*, McGraw-Hill Italia, Milano, 1993.
E. GIUSTI, *Analisi matematica 2*, Boringhieri, Torino, 1984.
C.D. PAGANI-S. SALSA, *Analisi matematica. Volume 2*, Masson, Milano, 1991.
G. PRODI, *Analisi matematica. Parte II*, Editrice Tecnico Scientifica, Pisa, 1971.
W. RUDIN, *Principi di analisi matematica*, McGraw-Hill Italia, Milano, 1991.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto ed orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Marco Marzocchi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

14. - Complementi di geometria

PROF.SSA SILVIA PIANTA

OBIETTIVO DEL CORSO

Introdurre gli studenti alle nozioni fondamentali della topologia generale e alle prime nozioni di topologia algebrica

PROGRAMMA DEL CORSO

Topologia generale

- Spazi topologici: definizioni, esempi; parte interna, frontiera, chiusura, punti di accumulazione e punti isolati; insiemi chiusi, sottoinsiemi densi. Basi, sistemi fondamentali d'intorni, spazi metrizzabili, metriche topologicamente equivalenti. Funzioni continue e omeomorfismi.

- Sottospazi, prodotti topologici e spazi quoziente: definizioni, proprietà, esempi e classi di omeomorfismo. Inclusioni continue, applicazioni prodotto, proiezioni, applicazioni quoziente, identificazioni.
- Spazi separabili, spazi a base numerabile, successioni di Cauchy e spazi metrici completi.
- Proprietà topologiche: spazi di Hausdorff, spazi compatti, localmente compatti, spazi connessi e connessi per archi.

Topologia algebrica

- Omotopia: omotopia di applicazioni continue, equivalenze omotopiche, spazi contrattili; retrazioni, ritratti, retrazioni per deformazione. Teorema del punto fisso di Brouwer.
- Omotopia di cammini e di cappi di punto base fissato, cammino costante, cammino inverso, prodotto di cammini e invarianza per omotopia.
- Gruppo fondamentale: proprietà funtoriali, spazi semplicemente connessi.
- Calcolo di alcuni gruppi fondamentali: lemmi di sollevamento di archi e omotopia e gruppo fondamentale della circonferenza; gruppo fondamentale di prodotti topologici: toro e cilindro; teorema di Van Kampen e gruppo fondamentale della n-sfera, per $n > 1$.
- Rivestimenti e rivestimenti universali: cenni.

BIBLIOGRAFIA

V. CHECCUCCI - A. TOGNOLI- E. VESENTINI., *Lezioni di topologia generale*, Feltrinelli, Milano, 1968.
E.SERNESI, *Geometria 2*, Bollati Boringhieri, Torino, 2001.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali.

AVVERTENZE

La Prof.ssa Pianta riceve gli studenti nel suo studio dopo le lezioni

15. - Dinamica dei fluidi

PROFF. GIULIO GIUSEPPE GIUSTERI, ALESSANDRO MUSESTI

OBIETTIVO DEL CORSO

Si vogliono esaminare alcuni aspetti teorici e modellistici della fluidodinamica, presentando una panoramica dei fenomeni ad essa collegati e delle tecniche relative alla soluzione delle sue equazioni.

PROGRAMMA DEL CORSO

Elementi di meccanica dei continui: Coordinate materiali e spaziali. Derivata materiale. Elementi di calcolo tensoriale. Analisi del gradiente di velocità. Tensore di deformazione e tensore di vorticità. Teorema del trasporto. Bilancio della massa. Equazione di continuità. Bilancio della quantità di moto. Teorema degli sforzi. Bilancio del momento della quantità di moto.

Fluidi perfetti barotropici: Prescrizioni costitutive. Funzione di pressione. Condizioni al contorno. Statica dei fluidi perfetti barotropici. Fluidi soggetti al proprio peso. Teorema di Kelvin. Teorema di Lagrange. Dinamica della vorticità. Equazione di Beltrami. Teorema di Helmholtz. Teorema di Bernoulli. Onde di gravità. Onde di acqua alta. Onde di canale. Onde acustiche di piccola ampiezza. Moti piani incomprimibili e funzioni olomorfe. Teorema di Kutta-Joukowski. Paradosso di d'Alembert.

Fluidi stokesiani e fluidi newtoniani: Legge costitutiva di Cauchy-Poisson. Equazioni di Navier-Stokes. Equazione per la vorticità. Equazione del moto in forma adimensionale e numero di Reynolds. Flussi viscometrici a simmetria cilindrica. Moto generato da un piano oscillante.

Stabilità dei moti stazionari: Introduzione e fenomenologia dell'instabilità. Stabilità in norma dell'energia. Metodo di linearizzazione e decomposizione in modi normali. Equazioni di Orr-Sommerfeld e di Rayleigh. Instabilità delle discontinuità tangenziali. Stabilità dei flussi rotatori.

Turbolenza: Cascata di energia e spettro di Kolmogorov. Stima dei gradi di libertà per il moto turbolento. Equazione per il campo di velocità medio. Tensore degli sforzi di Reynolds. Ipotesi di Boussinesq e viscosità turbolenta. Equazioni filtrate e Large Eddy Simulation.

Strato limite: Equazioni di Prandtl per lo strato limite laminare. Teoria di Blasius. Strato limite turbolento.

BIBLIOGRAFIA

Durante il corso verranno fornite alcune dispense a cura del docente.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali.

AVVERTENZE

Il prof. Giusteri riceve gli studenti nello studio dopo le lezioni.

Il Prof. Musesti riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

16. - Ecologia

PROF. GIACOMO GEROSA

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso si propone di fornire agli studenti una base concettuale per la comprensione della struttura e del funzionamento degli ecosistemi. Obiettivi specifici del corso saranno lo studio dei fattori biotici (a livello di popolazione e comunità) ed abiotici (fisici e chimici) dei diversi ecosistemi, le reciproche interazioni nonché i flussi di materia ed energia che li caratterizzano.

PROGRAMMA DEL CORSO

1. Livelli di organizzazione gerarchica, proprietà emergenti, concetto di ecosistema.
2. Comparti ambientali: caratteristiche di atmosfera, idrosfera, litosfera. Biosfera: popolazioni e comunità.
Popolazioni: fattori di crescita, fattori limitanti, dinamica.
Comunità: interazioni tra popolazioni, diversità, nicchia ed habitat.
3. Ecosistemi.
Energia nei sistemi biologici: fotosintesi, respirazione, fermentazione.
Energia nei sistemi ecologici: produttività, reti trofiche, flusso di energia.
Materiali nei sistemi ecologici: cicli biogeochimici di acqua, carbonio, azoto, fosforo, zolfo.
Evoluzione degli ecosistemi: successioni e climax. Biomi.
4. Fattori di alterazione degli ecosistemi: perturbazioni, risposte, stabilità. Inquinamento ed ecosistemi.

BIBLIOGRAFIA

TOWNSEND – HARPER - BEGON, *L'essenziale di ecologia*, Zanichelli, 2005.

E.P. ODUM - G.W. BARRETT, *Fondamenti di ecologia*, Piccin, 2006.

Testi di approfondimento

M. BEGON - J.L. HARPER - C.R. TOWNSEND, *Ecologia. Individui, popolazioni, comunità*, Zanichelli, 1989.

A. PROVINI – S. GALASSI – R. MARCHETTI, *Ecologia Applicata*, CittàStudi Edizioni UTET, 1998.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula, esercitazioni ed osservazioni in laboratorio, uscite sul campo.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale, tesina individuale facoltativa.

AVVERTENZE

Il prof. Gerosa riceve su appuntamento da concordare telefonicamente allo 030-2406719, oppure al 3466786253, oppure scrivendo a giacomo.gerosa@unicatt.it

17. - Elementi di struttura della materia

PROF. LUIGI SANGALETTI

OBIETTIVO DEL CORSO

Conoscenza degli esperimenti più significativi nello studio della struttura elettronica degli atomi, delle molecole e dei solidi. Conoscenza dei modelli teorici sviluppati per descrivere e interpretare i dati sperimentali. Applicazione delle nozioni di base di meccanica quantistica alla risoluzione di problemi relativi alla struttura elettronica degli atomi (accoppiamento spin-orbita, somma di momenti angolari, effetto Zeeman e Paschen Back, struttura iperfine).

PROGRAMMA DEL CORSO

- Struttura elettronica degli atomi.
- Rimozione della degenerazione orbitale negli atomi alcalini. Momento angolare orbitale e di spin. Accoppiamento spin-orbita. Struttura fine. Atomi in campo magnetico. Effetto Zeeman ed effetto Paschen-Bach. Regole di selezione per le transizioni ottiche.
- Larghezza e forma delle righe spettrali. Atomi a più elettroni. Atomo di elio.

Principio di esclusione di Pauli. Integrale di scambio. Composizione dei momenti angolari. Accoppiamento L-S. Regola di Hund. Accoppiamento j-j. Spettri dei raggi X. Spin nucleare e struttura iperfine.

- Influenza del nucleo sugli spettri atomici. Spin e momento magnetico dei nuclei atomici. L'interazione iperfine. Struttura iperfine in campo magnetico esterno.
- Struttura elettronica delle molecole. La molecola di idrogeno ionizzata. Orbitali molecolari di molecole biatomiche. Molecole poliatomiche. Metodo LCAO. Ibridizzazione. Struttura cristallina e diffrazione dei raggi X. Diffusione elastica dei raggi X da parte degli elettroni. Diffusione da un insieme di centri diffusori. Legge di Bragg. Diffrazione da cristalli.
- Struttura elettronica dei solidi. Solidi covalenti, cristalli ionici, solidi molecolari, metalli. Potenziali periodici e origine delle bande elettroniche. Densità degli stati. Evidenza sperimentale delle bande elettroniche. Spettroscopia fotoelettronica.

BIBLIOGRAFIA

H. HAKEN - H.C. WOLF, *Fisica Atomica e Quantistica*, Bollati-Boringhieri, Torino.

R. EISBERG - R. RESNICK, *Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles*, Wiley, 2nd ed 1985.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni frontali in aula (circa 24 ore)

Esercitazioni in aula (circa 16 ore)

Materiale del corso disponibile sul sito WEB del docente.

METODO DI VALUTAZIONE

Prova scritta propedeutica all'esame orale.

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Luigi Sangaletti riceve gli studenti nell'ora successiva ad ogni lezione.

18. - Elettromagnetismo

PROF. GABRIELE FERRINI

OBIETTIVO DEL CORSO

Acquisire le nozioni basilari dell'elettrostatica nel vuoto e nella materia (dielettrici e conduttori), della magnetostatica nel vuoto e nella materia (materiali magnetici lineari,

materiali ferromagnetici), della induzione elettromagnetica. Riuscire a spiegare il significato fisico delle varie formule incontrate con particolare riferimento alle equazioni di Maxwell.

PROGRAMMA DEL CORSO

Legge di Coulomb, il principio di sovrapposizione, il campo elettrico.

Il flusso del campo elettrico e il teorema di Gauss. Campi conservativi e potenziale elettrostatico. Definizione di cariche di volume, di superficie e di linea. Divergenza, rotore e teoremi fondamentali.

Le equazioni fondamentali della elettrostatica: Poisson e Laplace. Condizioni al contorno per il campo ed il potenziale. Le operazioni di simmetria sulle distribuzioni di carica e le loro conseguenze su campi e potenziali.

I conduttori, induzione elettrostatica, teorema di Coulomb. Metodo delle cariche immagine. Capacità in presenza di più conduttori: coefficienti capacitivi e coefficienti induttivi. Il condensatore. Energia di un sistema di conduttori. L'energia per unità di volume associata al campo. Forza agente sulle pareti di un conduttore carico.

Il potenziale di dipolo elettrico. Sviluppo in multipoli. Forza, coppia ed energia di un dipolo in un campo elettrico. Densità di carica dovuta alla polarizzazione e campo elettrico generato da un materiale polarizzato. Definizione del vettore induzione elettrica ed eq. costitutive per dielettrici lineari. Formulazione del teorema di Gauss per i dielettrici. Condizioni al contorno. Condensatori con dielettrici tra le armature. Energia del campo nel caso di dielettrici.

Corrente elettrica, generatori di ddp, campo elettromotore. Equazione di continuità. Legge di Ohm. Derivazione microscopica della conducibilità elettrica. Le equazioni per la corrente continua, condizioni al contorno.

Effetti magnetici delle correnti continue. La forza tra circuiti nella forma di Grassmann. La forza di Lorentz. La legge di Biot-Savart. Calcolo della divergenza e del rotore del campo magnetico e introduzione del potenziale vettore. Il teorema di Ampère e definizione di corrente concatenata.

Argomenti di simmetria per l'uso del teorema di Ampère. Vettori e pseudo-vettori. Le condizioni al contorno per B ed A. Il ruolo delle correnti superficiali.

Il potenziale vettore di un dipolo magnetico. Forza, coppia ed energia di un dipolo magnetico in un campo magnetico. La definizione del campo H. Relazioni

costitutive per materiali magnetici lineari. Correnti di magnetizzazione e condizioni al contorno. Materiali ferromagnetici e ciclo di isteresi. Confronto tra magnetostatica ed elettrostatica.

Induzione elettromagnetica e la legge di Faraday. Osservazioni sperimentali. Flusso tagliato e flusso concatenato. Campi non conservativi. Cosa misura un voltmetro?

Induttanza tra circuiti. Mutua induttanza. Elementi di calcolo con la notazione complessa. Il bilancio energetico tra circuiti accoppiati induttivamente. L'energia immagazzinata nel campo magnetico. I campi espressi in funzione dei potenziali. Effetto pelle. La corrente di spostamento. L'insieme completo delle eq. di Maxwell. Esistenza delle onde elettromagnetiche e loro velocità di propagazione.

BIBLIOGRAFIA

D. J. GRIFFITHS, *Introduction to electrodynamics*, Prentice Hall, 1999.

R. P. FEYNMAN - R. B. LEIGHTON - M. SANDS, *The Feynman Lectures on Physics*, Addison Wesley, 2nd edition (26 Aug 2005).

S. FOCARDI - I. MASSA - A. UGUZZONI, *Fisica Generale, elettromagnetismo*, Casa Editrice Ambrosiana, 2003.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

L'esame consiste in una prova scritta, che prevede la soluzione di problemi con il solo ausilio di un formulario e una prova orale, in cui è valutata la capacità dello studente di poter trattare con padronanza uno o più argomenti trattati durante il corso.

AVVERTENZE

È consigliabile seguire il corso dopo aver appreso i concetti basilari dei corsi di meccanica del punto materiale (vettori, sistemi di coordinate, forze, momenti, energia), e di analisi matematica (funzioni, integrali, derivate).

Il Prof. Gabriele Ferrini riceve gli studenti dopo le lezioni in aula o per appuntamento.

19. - Fisica dell'ambiente terrestre

DOCENTE DA NOMINARE

Il nome del docente e il programma del corso saranno comunicati successivamente.

20. - Fisica dei nuclei e delle particelle

PROF. GIUSEPPE LUCA CELARDO

OBIETTIVO DEL CORSO

Il presente corso si propone di fornire un'introduzione di carattere elementare alla fisica dei nuclei e delle particelle.

PROGRAMMA DEL CORSO

Unità di misura. Acceleratori: Van der Graaf, linacs, ciclo - e sincro-troni). Interazione radiazione materia e principali rivelatori (cenni)

Introduzione storia e zoologia delle particelle elementari.

Interazioni elementari: elettromagnetica, debole e forte.

Relatività speciale: urti relativistici.

Operatori di simmetria. Leggi di conservazione additive: carica elettrica, numero leptonico, stranezza. Isospin. Simmetrie discrete: parità, coniugazione di carica, inversione temporale. Sistema dei kaoni neutri. Violazione di CP. Teorema CPT. Modello a quark.

Diagrammi di Feynman e descrizione quantitativa delle interazioni elementari.

Equazione di Dirac.

Introduzione all Q.E.D.

Teorie di Gauge. Rottura spontanea di Simmetri ed il Bosone di Higgs.

BIBLIOGRAFIA

E.M.HENLEY-GARCIA, *Subatomic Physics*, World Scientific Publishing, 2007, 3rd Edition.

B.POVH-K.RITH-C.SCHOLZ-F.ZETSCHKE, *Particles and Nuclei: An Introduction to the Physical Concepts*, Springer, 2008, 6th Edition.

D. GRIFFITHS, *Introduction to Elementary Particles*, John Wiley and Sons.

D. H. PERKINS, *Introduction to High energy physics*, Cambridge University Press, 2000.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Celardo riceverà gli studenti nei giorni di lezione.

21. - Fisica dei sistemi energetici

PROF.SSA MARIA CHIESA

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso si propone di presentare i principi fisici e le tecnologie su cui si fondano i principali processi di produzione e trasformazione di energia da fonti fossili, rinnovabili e processi nucleari. Prerequisiti del corso sono le conoscenze di Analisi Matematica e Fisica Generale (meccanica, termodinamica, elettromagnetismo e onde) acquisite nei primi due anni del corso di laurea triennale in Matematica o Fisica.

PROGRAMMA DEL CORSO

- I sistemi energetici tradizionali di produzione di calore e lavoro: richiami di termodinamica classica (I e II principio, entropia, entalpia, energia libera, cicli termodinamici); l'energia ricavata da combustibili fossili (macchine termiche, motori a combustione interna), produzione di elettricità, accumulo e trasporto di energia.
- Il sistema sole-terra e i relativi scambi di energia: spettro solare e proprietà del corpo nero, trasferimento del calore, equazione del calore, relazioni energetiche tra sole e terra, il bilancio energetico della terra, l'effetto serra, proprietà fisico-chimiche dell'atmosfera.
- Le fonti energetiche rinnovabili e il loro sfruttamento: energia idraulica, solare termica, fotovoltaica, eolica, moto delle onde, biomasse e biocombustibili, celle a combustibile.
- L'energia nucleare; energia nucleare da fissione e fusione, controllo delle reazioni di fissione, caratteristiche degli impianti; ciclo del combustibile; rischi e sistemi di sicurezza;
- Radioattività e radioprotezione: Le radiazioni ionizzanti (misura e strumenti, effetti biologici), la radioattività ambientale, radioisotopi di uso medico ed industriale, le scorie da impianti nucleari.
- I campi elettromagnetici nell'ambiente: sorgenti a bassa ed alta frequenza, misura, effetti biologici, normative.
- Il rumore: richiami di acustica, velocità del suono, scala decibel, impedenza, intensità e potenza acustica, percezione umana e criteri di rumore, mitigazione e isolamento, controllo attivo del suono.

BIBLIOGRAFIA

E. BOEKER - R. VAN GRONDELLE, *Environmental Physics*, John Wiley & Sons, 1999.
Diapositive in power point del docente.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula con presentazioni in power point. Si prevedono inoltre visite guidate ad impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

La prof. Maria Chiesa riceve presso il Dipartimento di Matematica e Fisica (sede del CRASL, Centro di Ricerca per l'Ambiente e lo Sviluppo sostenibile della Lombardia, primo piano) tutti i giorni, su appuntamento (contatto e-mail per appuntamenti: maria.chiesa@unicatt.it).

22. - Fisica generale

PROFF. STEFANIA PAGLIARA, ERNESTO TONNI

OBBIETTIVO DEL CORSO

Il corso intende presentare i principi di base ed una serie di applicazioni rilevanti della meccanica classica newtoniana, sia del punto materiale che dei sistemi di particelle, e di termologia e di termodinamica.

PROGRAMMA DEL CORSO

MECCANICA DEL PUNTO MATERIALE

Grandezze vettoriali e grandezze scalari. Somma e differenza di vettori. Scomposizione di un vettore. Prodotto scalare e prodotto vettoriale. Derivata di un vettore. Integrazione vettoriale. Cinematica del punto: Definizione di traiettoria. Definizione di velocità. Definizione di accelerazione. Moto uniforme. Moto uniformemente accelerato. Moto circolare. Moto parabolico. Moto armonico semplice. Moto nello spazio.

Dinamica del punto: Principio di inerzia e sistemi di riferimento inerziali. Leggi di Newton. Quantità di moto e impulso. Risultante delle forze ed equilibrio. Reazioni vincolari. Classificazione delle forze. Azione dinamica delle forze. Forza peso. Forza di attrito radente. Forza elastica. Forza di attrito viscoso. Pendolo semplice.

Lavoro. Potenza. Energia cinetica. Lavoro della forza peso. Lavoro di una forza elastica. Lavoro di una forza di attrito radente. Forze conservative. Energia potenziale.

Conservazione dell'energia meccanica. Momento angolare. Momento della forza.
Moti relativi: Sistemi di riferimento. Velocità e accelerazioni relative. Relatività galileiana.
Moto di trascinamento traslatorio rettilineo. Moto di trascinamento rotatorio uniforme.
Oscillazioni: Proprietà delle equazioni differenziali dell'oscillatore armonico. Energia dell'oscillatore armonico. Somma di moti armonici. Oscillatore armonico smorzato.
Oscillatore armonico forzato. Oscillatori accoppiati.
Gravitazione: Forze centrali. Forza gravitazionale. Massa inerziale e massa gravitazionale.
Campo gravitazionale. Energia potenziale gravitazionale.

MECCANICA DEI SISTEMI DI PARTICELLE

Dinamica dei sistemi di particelle. Centro di massa. Teorema del momento per un sistema di particelle. Teorema del momento angolare per un sistema di particelle.
Teorema dell'energia cinetica per un sistema di particelle. Teoremi del centro di massa e momento, momento angolare, energia cinetica. Casi forze conservative.
Sistemi isolati e leggi di conservazione. Simmetrie e leggi di conservazione.
Fenomeni impulsivi. Urti elastici ed anelastici. Osservatore solidale col laboratorio ed osservatore solidale col centro di massa. Classificazione urti. Esplosioni.
Il problema a due corpi e la massa ridotta. Caso problema gravitazionale. Soluzione esatta delle equazioni del moto per il problema dei due corpi in interazione gravitazionale. Teorema di Gauss. Corpo rigido. Cinematica e dinamica del corpo rigido. Momento d'inerzia.
Proprietà dei momenti di inerzia. Teorema di Poincot. Tensore di inerzia.
Precessione. Nutazione. Energia cinetica rotazionale e traslazione di un corpo rigido.
Moto giroscopico. Equilibrio statico di un corpo rigido.

TERMOLOGIA E TERMODINAMICA

Sistemi e stati termodinamici. Equilibrio termodinamico. Principio dell'equilibrio termico. Temperatura e dilatazione termica. Leggi della dilatazione dei corpi. Caratteristiche termometriche, punti fissi e scale di temperatura.
Sistemi adiabatici. Esperimenti di Joule. Calore. Primo principio della termodinamica. Energia interna.
Trasformazioni termodinamiche. Calore e lavoro. Calorimetria. Capacità termica e calore specifico. Processi isotermici. Cambiamenti di fase. Trasmissione del calore. Dilatazione termica dei solidi e dei liquidi.
Gas perfetti e reali all'equilibrio. Leggi di Boyle e di Gay-Lussac. Equazione di stato dei gas perfetti. I gas reali e il loro comportamento. Equazione di Van der Waals
La teoria cinetica dei gas. Basi molecolari della pressione. Equazione di Joule-Clausius. Costante di Boltzmann. L'energia interna. Velocità molecolare e libero cammino medio. Distribuzione di Maxwell- Boltzmann.

Il secondo principio della termodinamica. Reversibilità ed irreversibilità. Enunciati di Kelvin e di Clausius e loro equivalenza. Macchina di Carnot. Teorema di Carnot. Temperatura termodinamica assoluta.

Trasformazioni cicliche di un sistema termodinamico. Macchine termiche e macchine frigorifere. Cicli termodinamici.

La funzione di stato entropia. Teorema di Clausius. Entropia dei sistemi, dell'ambiente, dell'universo. Principio di aumento dell'entropia. Entropia di un gas ideale. Energia inutilizzabile. Interpretazione microscopica dell'entropia.

I potenziali termodinamici. L'entalpia. L'energia libera di Helmholtz. L'energia libera di Gibbs.

I cambiamenti di stato. Sistemi termodinamici e diagrammi p-V-T. Transizioni di fase. Calori latenti. L'equazione di Clapeyron. Regola delle fasi di Gibbs.

BIBLIOGRAFIA

P. MAZZOLDI - M. NIGRO - C. VOCI, *Elementi di Fisica*, EdiSES, Napoli.

J.M. KNUDSEN - P.G. HJORTH, *Elements of Newtonian mechanics*, Springer, Berlino.

D. SETTE - A. ALIPPI, *Lezioni di Fisica – Meccanica e Termodinamica*, Masson, Milano.

C. MENCUCCINI - V. SILVESTRINI, *Meccanica e Termodinamica*, Liguori.

R.P. FEYNMAN - R.B. LEYGHTON - M. SANDS, *La Fisica di Feynman*, vol.1 Zanichelli, Bologna.

E. FERMI, *Termodinamica*, Ed. Boringhieri.

M.W. ZEMANSKY, *Calore e Termodinamica*, vol.1, Zanichelli, Bologna.

DIDATTICA DEL CORSO

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Prova scritta e prova orale.

AVVERTENZE

La Prof.ssa Pagliara riceve gli studenti alla fine della lezione o in qualsiasi orario su appuntamento.

Il prof. Ernesto Tonni riceve gli studenti alla fine delle lezioni o previo appuntamento tramite e.mail (e.tonni@dmf.unicatt.it)

23. - Fondamenti dell'informatica

PROF. DANIELE TESSERA

OBIETTIVO DEL CORSO

Fornire le conoscenze di base sull'architettura hardware e software di un calcolatore elettronico

PROGRAMMA DEL CORSO

Architettura di un calcolatore elettronico, con riferimento al ruolo di: CPU, memoria centrale e memoria di massa.

Cenni sull'evoluzione dei sistemi operativi e sulle loro principali funzionalità: la gestione dei processi e la memoria virtuale.

Introduzione alle reti di calcolatori con particolari riferimento ad Internet. La trasmissione a commutazione di pacchetto e il ruolo dei protocolli stratificati. L'architettura client/server e peer-to-peer. Le principali applicazioni Internet. Cenni sulla sicurezza delle trasmissioni.

BIBLIOGRAFIA

J.G. BROOKSHEAR, *Informatica una panoramica generale*, Pearson 11/ed., 2012.

Appunti delle lezioni e materiale didattico on-line.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula e lavori guidati in laboratorio.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto e/o orale.

AVVERTENZE

L'orario di ricevimento sarà comunicato all'inizio del corso e sul sito web.

24. - Fondamenti dell'informatica II

PROF. DANIELE TESSERA

OBIETTIVO DEL CORSO

Fornire le conoscenze di base sulla programmazione dei calcolatori elettronici

PROGRAMMA DEL CORSO

Concetti di base sugli algoritmi e sulla programmazione dei calcolatori. Introduzione ai paradigmi di programmazione e ai linguaggi di programmazione, con particolare riferimento al paradigma di programmazione imperativo e al linguaggio C. Strutture dati: array, liste, pile, code, alberi binari. Cenni sui grafi e relativi algoritmi di ricerca, inserimento e rimozione degli elementi. Realizzazione di semplici programmi per la gestione delle strutture dati. Cenni sulla complessità degli algoritmi.

BIBLIOGRAFIA

J.G. BROOKSHEAR, *Informatica una panoramica generale*, Pearson 11^a edizione, 2012

B. W. KERNIGHAN - D. M. RITCHIE, *Il linguaggio C. Principi di programmazione e manuale di riferimento*, 2^a edizione, 2004.

Appunti delle lezioni e materiale didattico on-line

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula e lavori guidati in laboratorio.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto e/o orale.

AVVERTENZE

L'orario di ricevimento sarà comunicato all'inizio del corso e sul sito web.

25. - Fondamenti di astronomia e astrofisica

PROF. PIERO RAFANELLI

OBIETTIVO DEL CORSO

Fornire le conoscenze di base di Astronomia e Astrofisica per poter essere in grado di impostare successivamente in forma quantitativa lo studio di tematiche più avanzate.

PROGRAMMA DEL CORSO

MODULO I: ELEMENTI DI ASTRONOMIA SFERICA

Primo sistema – coordinate altazimutali

Secondo sistema – coordinate equatoriali

L'eclittica e il punto gamma

Tempo siderale e terzo sistema di coordinate

Quarto sistema di coordinate: coordinate eclittiche e coordinate galattiche.

Trasformazione di coordinate
Nascere e tramontare degli astri
La misura del tempo
Il tempo delle Effemeridi
L'anno
La precessione degli equinozi – Nutazione
Aberrazione
Parallasse

MODULO 2: IL MOTO DEI PIANETI

Moti apparenti del Sole e della Luna
Eclissi di Sole e di Luna
Eclissi di Luna
Eclissi di Sole
Numero delle eclissi in un anno
Moto apparente dei pianeti
Cenno sui sistemi del mondo
Le leggi di Keplero
Cenni sul problema dei due corpi
Elementi di un'orbita
Problemi di Keplero
Calcolo delle posizioni

MODULO 3: STELLE DOPPIE

Determinazione degli elementi orbitali di una binaria visuale
Binarie spettroscopiche
Binarie a eclisse – Tipi di binari a eclisse
Calcolo d'orbita di una binaria a eclisse
Caso dell'eclisse totale
Eclissi parziali

MODULO 4: MASSA, RAGGIO E LUMINOSITÀ DELLE STELLE

Il corpo nero e la formula di Planck
Grandezze apparenti o magnitudini stellari
Grandezze apparenti e grandezze assolute
Parallassi e distanze stellari
Parallassi dinamiche
Parallassi secolari e parallassi di gruppo
Deduzione delle distanze con metodo fotometrico
Luminosità stellari
Massa delle stelle

Diametri stellari

Determinazione della temperatura stellare dalle leggi del corpo nero

MODULO 5: GLI SPETTRI STELLARI

Gli spettri stellari e la loro interpretazione

La classificazione degli spettri stellari

Criteri di luminosità – Classificazione di Morgan

Diagrammi a due colori

Assorbimento interstellare – Eccesso di colore

MODULO 6: ENERGIA NUCLEARE E SINTESI DEGLI ELEMENTI

La materia e le quattro forze

Protoni e neutroni

Elettroni e neutrini

Particelle e antiparticelle

Il concetto meccanico quantistico di forza

Forze nucleari e reazioni nucleari

Le forze nucleari forti

La forza nucleare debole

I nuclei atomici

Reazioni termonucleari

La catena protone-protone

Il ciclo CNO

La sensibilità alla temperatura delle reazioni termonucleari

Le energie di legame dei nuclei atomici

La tripla reazione alfa

MODULO 7: STATI FINALI DELLE STELLE

Le nane bianche

Pressione degli elettroni degeneri

Relazione massa-raggio delle nane bianche

Sorgente di luminosità di una nana bianca

Stelle a neutroni

Limite superiore della massa delle stelle a neutroni

Stelle a neutroni osservabili come pulsar

Le masse delle stelle a neutroni

Buchi neri (cenni)

Distorsione gravitazionale dello spazio-tempo

Termodinamica dei buchi neri

MODULO 8: EVOLUZIONE DELLE STELLE

Diagramma H-R teorico

Proprietà delle stelle di sequenza principale

Evoluzione delle stelle di piccola massa-raggio

Ramo ascendente delle giganti

Flash dell'elio e discesa al ramo orizzontale

Salita del ramo asintotico delle giganti

Nebulose planetarie e nane bianche

Evoluzione delle stelle di grande massa-raggio

Avvicinamento alla catastrofe del Ferro

Supernovae di tipo II.

BIBLIOGRAFIA

La bibliografia e gli appunti delle lezioni, preparati dal docente, verranno forniti durante il corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Ogni modulo consta di circa 6 ore di lezione in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il docente comunicherà l'orario di ricevimento degli studenti all'inizio del corso.

26. - Fondamenti di marketing per le scienze

PROF. PAOLO GERARDINI

OBBIETTIVO DEL CORSO

Le discipline scientifiche, in particolare nelle loro applicazioni tecnologiche, sono protagoniste sempre di più centrali nella vita di tutti i giorni delle persone comuni.

Ad esempio la comunicazione tra persone avviene per la gran parte attraverso strumenti (media) non naturali ma tecnologici e in particolare 'digitali', ovvero informatici.

Questa pervasività di scienza e tecnologia nella vita comune, tanto più esse si popolarizzano nell'applicazione, rendendo utile se non necessario un approccio ad esse multidisciplinare, poiché la loro evoluzione è anche dettata da logiche e necessità non riconducibili ad esse.

Ad esempio non si capirebbe cosa è oggi l'informatica se la si approcciasse solamente con la fisica, la logica o l'ingegneria elettronica, ma se ne comprende meglio senso e portata con l'economia aziendale, la comunicazione e la sociologia.

Le scienze e la tecnologia sono dunque protagoniste in un mercato globale e globalizzante, che ci accompagna dai primi giochi sino all'età più matura, che ci interessa sia come singoli che come entità organizzate. Un mercato che è caratterizzato dal presentare un'offerta completa sia di prodotti tangibili che intangibili, ovvero prestazioni o servizi.

Da qui una riflessione:

È sicuramente un valore aggiunto ricevere una formazione culturale di base sui metodi fondamentali del marketing.

Per avvalorare tale asserzione basti considerare la statistica per cui su cento diplomati – laureati in discipline scientifiche sessanta, presto o tardi, finiranno per collaborare a vendere o comprare prodotti tecnologici. Per questa ragione è stato pensato questo corso. Per Marketing intendiamo il senso anglosassone del termine, che quindi comprende a trecentosessanta gradi tutti i processi che presiedono e partecipano alla realizzazione di una transazione economica tra un cliente e un fornitore la cui contropartita è il trasferimento di un prodotto o di una prestazione (servizio) informatico.

Data l'ampiezza degli argomenti l'impostazione è di sottolineare i metodi fondamentali del marketing di prodotto e di servizio, di esemplificarli con una carrellata sufficientemente ampia di riferimenti a mercati ad alto contenuto tecnologico e scientifico, con infine un accenno ai sistemi informativi di marketing.

PROGRAMMA DEL CORSO

INTRODUZIONE AL MARKETING

- Definizioni di Marketing
- Marketing Management
- Concetti fondamentali
- Fondamenti di Marketing
- Concetti generali di pianificazione
- Il processo di marketing
- Il piano di marketing
- Comportamento di acquisto delle imprese
- Il prodotto

MARKETING DEI SERVIZI

- Il sistema di erogazione dei servizi
- Gestione del personale di contatto
- L'offerta dei servizi
- Dov'è la differenza tra Marketing di servizio e di prodotto ?

CENNI AI SISTEMI INFORMATIVI DI MARKETING

- Applicazioni operative
- Applicazioni di analisi
- Applicazioni di vendita

ORGANIZZAZIONE DI MERCATI TECNOLOGICI

- Tipologie di prodotto-servizio
- Tipologie di players
- Tipologie di professionalità
- Stato del mercato

BIBLIOGRAFIA

KOTLER E AA.VV., *Principi di Marketing*, ISEDI.

EGLIER – LANGEARD, *Il Marketing strategico nei servizi*, McGraw-Hill.

Appunti e pubblicazioni distribuite a lezione.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

La prova di esame consisterà in un colloquio orale.

AVVERTENZE

Il corso potrà, in relazione alle disponibilità, conferire annualmente un elaborato di laurea, possibilmente supportato da uno stage presso un'azienda del settore.

Il Prof. Paolo Gerardini riceve gli studenti nel suo studio come da avviso esposto all'albo.

27. - Fondamenti di ricerca operativa

PROF. LORENZO SCHIAVINA

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso intende fornire un panorama delle tecniche di R.O. più diffuse e contemporaneamente offrire agli studenti la capacità di realizzare modelli di tale tecniche su elaboratore a scopo sperimentale ed eventualmente applicativo.

PROGRAMMA DEL CORSO

PRE-REQUISITI:

il corso prevede la capacità di realizzare programmi sull'elaboratore al fine di verificare i risultati dei modelli studiati e una loro eventuale, concreta applicazione.

A tale scopo il corso prevede una breve fase di introduzione al linguaggio Smalltalk, considerato il più adatto allo sviluppo di applicazioni di R.O. ed inoltre strumento per l'accesso a modelli esistenti già sviluppati.

Sono inoltre considerate essenziali capacità di utilizzo dell'elaboratore e conoscenza degli strumenti locali e in rete, nonché la familiarità con strumenti di produttività individuale.

ARGOMENTI SPECIFICI DI R.O.:

- Il ciclo della R.O.: metodologia e sviluppo di applicazioni
- Programmazione matematica: modelli deterministici per lo sviluppo di applicazioni per l'ottimizzazione dei problemi; in particolare studio approfondito dell'algoritmo del simplesso, del problema primale e duale; analisi di sensitività; cenno alla teoria dei giochi a due persone a somma nulla; utilizzo di strumenti già esistenti per la soluzione del problema
- Modelli matematici deterministici e probabilistici: richiamo dei concetti statistici di probabilità, variabili casuali e strumentazione necessaria alla comprensione dei modelli probabilistici; cenno e introduzione superficiale alla teoria delle code
- Controllo di progetti complessi: introduzione al metodo PERT e utilizzo di packages già esistenti per il controllo
- Modelli di simulazione: metodo di Monte Carlo e generazione di numeri casuali per lo sviluppo di modelli applicativi
- Introduzione alla teoria delle scorte: modello del lotto economico e utilizzo della simulazione per la soluzione più realistica del problema; introduzione all'approccio Just-In-Time per l'ottimizzazione della produzione
- Generazione ed utilizzo di sistemi esperti: concetto e applicazione dei sistemi esperti ed introduzione all'algoritmo di back-propagation; introduzione alla logica sfumata (fuzzy) per la generazione di S.E.; utilizzo dell'approccio DI-RO (Data In – Rules Out) per lo sviluppo di S.E.; utilizzo del package FuzzyWorld con esempi di applicazioni di vario tipo.

BIBLIOGRAFIA

Testo di base:

LORENZO SCHIAVINA, *Metodi e strumenti per la modellizzazione aziendale. Come gestire il problem solving e il decision making*, Franco Angeli, Milano, 2006.

Saranno inoltre suggeriti testi e programmi in relazione agli argomenti sviluppati.

DIDATTICA DEL CORSO

Per tutti sarà richiesta una conoscenza di base di Smalltalk mediante utilizzo di PC; il corso sarà basato su lezioni in aula e da esercitazioni su alcuni degli argomenti trattati ed inoltre gli studenti potranno collegarsi con il docente per chiarimenti o dubbi.

METODO DI VALUTAZIONE

I partecipanti al corso dovranno costituire gruppi di lavoro per lo sviluppo di applicazioni da loro sviluppate su temi proposti; la valutazione sarà tuttavia individuale e riguarderà sia l'esposizione che la presentazione dei lavori; i lavori svolti e la relativa documentazione dovranno essere messi a disposizione su un apposito sito consultabile liberamente.

AVVERTENZE

Poiché il corso ha obiettivi applicativi, verrà dato peso alla qualità ed originalità delle applicazioni sviluppate.

Gli studenti potranno contattare personalmente il docente il giovedì dalle 10,30 alle 12,30 e potranno collegarsi con il docente via Skype durante la settimana.

28. - Geometria

PROF. MAURO SPERA

Il programma è mutuato dal corso di *Geometria II* della laurea triennale in Matematica al quale si rimanda per bibliografia, didattica, metodo di valutazione e avvertenze.

29. - Geometria I

PROF.SSA SILVIA PIANTA

OBIETTIVO DEL CORSO

Dare una prima introduzione alla Geometria come linguaggio formale per descrivere la realtà, a partire dalla teoria degli spazi vettoriali.

Fornire inoltre le nozioni fondamentali dell'Algebra lineare, al fine di introdurre lo studente al linguaggio degli spazi vettoriali come potente ed elegante strumento formale per le più svariate applicazioni matematiche e non, in particolare per la teoria dei sistemi e per un'introduzione analitica della Geometria metrica, affine e proiettiva.

PROGRAMMA DEL CORSO

– Spazi vettoriali

Vettori geometrici ed operazioni su di essi. Gruppi e campi: definizioni ed esempi. La nozione di spazio vettoriale: definizione, esempi e prime proprietà; dipendenza e indipendenza lineare, basi, dimensione, sottospazi e operazioni fra di essi, formula di Grassmann.

Omomorfismi fra spazi vettoriali: nucleo, immagine e teoremi relativi; isomorfismo tra gli spazi vettoriali di dimensione finita n su un dato campo K ; spazi di omomorfismi, forme lineari e spazio duale.

– *Matrici*

Operazioni tra matrici; determinante, teoremi di Laplace e di Binet; invertibilità di matrici e loro rango; rappresentazioni matriciali di omomorfismi e di cambiamenti di base per spazi vettoriali di dimensione finita, similitudine tra matrici.

– *Sistemi lineari*

Sistemi lineari e rappresentazioni scalari di omomorfismi tra spazi vettoriali, teoremi di Rouché-Capelli e di Cramer, principi di equivalenza dei sistemi e operazioni elementari sulle matrici, eliminazione di Gauss e riduzione a scala di sistemi lineari e di matrici. Equazioni parametriche e cartesiane dei sottospazi vettoriali.

– *Endomorfismi di uno spazio vettoriale*

Autovettori, autovalori e autospazi, polinomio caratteristico e criteri di diagonalizzabilità di endomorfismi e di matrici quadrate.

– *Spazi vettoriali metrici*

Forme bilineari: rappresentazione matriciale (in dimensione finita), cambiamenti di base e congruenza tra matrici. Prodotti scalari: forme quadratiche associate, ortogonalità, vettori isotropi, basi ortogonali e loro esistenza, forme canoniche di forme quadratiche (o di matrici simmetriche) complesse e reali (teorema di Sylvester).

Prodotti scalari euclidei: norma, angoli, proiezioni ortogonali di vettori, basi ortonormali, teorema di ortogonalizzazione di Gram-Schmidt; prodotto vettoriale; matrici ortogonali, operatori unitari (isometrie).

– *Geometria affine, euclidea e proiettiva*

Spazi affini: definizione, traslazioni, sottospazi, parallelismo, proprietà geometriche degli spazi affini.

Coordinatizzazione di uno spazio affine di dimensione finita, equazioni parametriche e cartesiane dei sottospazi affini, equazioni delle traslazioni e delle affinità; geometria analitica degli spazi affini, con particolare riguardo al piano e allo spazio tridimensionale, fasci e stelle di rette e di piani.

Spazi euclidei: distanza fra due punti, angoli, ortogonalità; geometria euclidea nel piano e nello spazio: ortogonalità e distanze fra rette, fra piani, fra rette e piani, circonferenze e sfere, isometrie; alcuni luoghi geometrici.

Spazi proiettivi: piano proiettivo e cenni all'introduzione dello spazio proiettivo tridimensionale; coordinate omogenee dei punti ed equazioni delle rette nel piano proiettivo reale e complesso.

– *Curve algebriche reali piane*

Nozioni generali sulle curve algebriche reali nel piano proiettivo reale e complesso: ordine, punti semplici e singolari, rette tangenti, riducibilità.

Coniche: classificazione proiettiva, fasci di coniche, polarità; classificazione affine, centro, diametri, asintoti; classificazione metrica, assi, fuochi e proprietà focali, equazioni canoniche metriche.

BIBLIOGRAFIA

M. ABATE, *Geometria*, McGraw-Hill Libri Italia srl, Milano, 1996.

T.M. APOSTOL, *Calcolo*, Vol.2, Geometria. Bollati Boringhieri, Torino, 1986.

E. SERNESI, *Geometria I*, Bollati Boringhieri, Torino, 1989.

R. MORESCO, *Esercizi di algebra e di geometria*,.(V ed.), Ed. Libreria Progetto, Padova, 1996.

V. PIPITONE-M. STOKA, *Esercizi e problemi di geometria*, vol..1, Cedam, Padova, 1987.

Verranno inoltre distribuite delle dispense sui vari argomenti del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto ed orale.

AVVERTENZE

La Prof.ssa Silvia Pianta riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

30. - Geometria II

PROF. MAURO SPERA

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso si prefigge lo scopo di introdurre ed elaborare i concetti fondamentali della geometria differenziale delle curve e delle superficie, in modo rigoroso ma nello stesso tempo concreto e basato su esempi, allo scopo di sviluppare ulteriormente negli allievi l'intuizione geometrica, la capacità di astrazione e l'abilità di calcolo analitico, anche in vista delle applicazioni nei corsi paralleli e successivi.

Gli argomenti si intendono corredati delle relative dimostrazioni (o idee di queste), salvo avviso contrario.

PROGRAMMA DEL CORSO

Il programma del corso è interamente contenuto (come sottoinsieme proprio!) nelle dispense del docente (Geometria V3 I-XII), e appendici [GEO-add I-V] con richiami di calcolo differenziale, scaricabili dalla pagina ufficiale del corso di Geometria della Facoltà di Scienze MM FF NN, Università di Verona.

[La numerazione romana si riferisce alle dispense, v. anche sotto]

1- Geometria differenziale delle curve nel piano e nello spazio

IV. Curve parametriche regolari. Lunghezza d'arco. Curve piane: lunghezza d'arco in coordinate polari.

V. Curve piane: curvatura (con segno), raggio di curvatura e cerchio osculatore e sua caratterizzazione come limite dei cerchi tangenti alla curva in un punto e passanti per un altro punto della curva. Formula generale per la curvatura, formalismo complesso e formalismo "misto". Ricostruzione di una curva piana a partire dalla sua curvatura a meno di un movimento rigido (teorema fondamentale per le curve piane), formula esplicita.

Esempi: rette, coniche e altre curve classiche (cicloide, trattrice, clotoide ecc.). Evoluta ed evolvente. L'evoluta di una trattrice e' una catenaria. L'evoluta di una cicloide e' una cicloide.

VI. Curve spaziali: curvatura, biregolarità, triedro principale, torsione, formule di Frènet-Sèrret.

Teorema fondamentale (curvatura e torsione caratterizzano una curva biregolare a meno di uno spostamento rigido), con idea della dimostrazione.

Formule generali per la curvatura e la torsione.

Studio locale di una curva (biregolare) tramite il triedro di Frènet.

Teoria del Dini.

Sfera osculatrice e teorema di de Saint Venant.

Esempi: cubica gobba, eliche, finestra di Viviani...

3. Geometria differenziale delle superficie

VII. Richiami di calcolo vettoriale (fine disp. VI).

Superficie parametriche regolari. Prima forma fondamentale (metrica).

Carta di Mercator. Proiezione stereografica (e proprietà di quest'ultima di inviare cerchi in cerchi). Metrica sulle superficie di rivoluzione;

la pseudosfera di Beltrami.

VIII. L'applicazione di Gauss e relativo operatore di forma.

Seconda forma fondamentale e sue interpretazioni geometriche (teorema di Meusnier; scostamento dal piano tangente)

curvature principali, linee asintotiche, linee di curvatura e teorema di Rodrigues. Teorema di Eulero. Indicatrice di Dupin.

Curvatura gaussiana e curvatura media e loro formule di calcolo. La seconda forma fondamentale per le superficie di rivoluzione. Curvature principali e loro significato geometrico (curvatura del meridiano e reciproco della grannormale).

Curvatura della pseudosfera. Esempi vari (elicoide, catenoide...).

IX. Formule di Weingarten. Il Theorema Egregium e di Codazzi-Mainardi (schema generale della dimostrazione). Formule varie per la curvatura. Derivata covariante e sua interpretazione geometrica (Levi-Civita). Simboli di Christoffel.

Dimostrazione del Theorema Egregium.

Teorema fondamentale della teoria delle superficie (cenno).

Trasporto parallelo e suo significato geometrico. Formula di Levi-Civita. Trasporto parallelo sulla sfera.

X (e XI) [Prologo: richiami di meccanica analitica. Principio di azione stazionaria ed equazioni di Lagrange, coordinate cicliche e relative grandezze conservate (integrali primi)].

Geodetiche e loro proprietà intrinseche ed estrinseche:

curve autoparallele, cammini critici dei funzionali energia e lunghezza

(se si usa l'ascissa curvilinea, in quest'ultimo caso), curve di curvatura geodetica nulla (def. di curvatura geodetica e suo significato geometrico, con dim.). Determinazione delle geodetiche in alcuni esempi: piano euclideo,

sfera, piano iperbolico, superficie di rivoluzione (teorema di Clairaut).

Formula di Gauss per i triangoli geodetici. Applicazione alle geometrie non euclidee:

sfera, piano proiettivo (ellittico), piano iperbolico.

Teorema di Gauss-Bonnet.

Cenni su: applicazione esponenziale, coordinate normali e polari,

cerchi geodetici, lemma di Gauss e caratterizzazioni intrinseche della curvatura (formula di Bertrand e Puiseux), teorema di Minding.

XII. Esempi, esercizi e complementi vari, tecniche di calcolo:

quadriche, superficie sviluppabili, rigate, superficie minime e loro caratterizzazione variazionale (elicoide, catenoide...).

BIBLIOGRAFIA

- M. ABATE - F. TOVENA, *Curve e superfici*, Springer, Milano, 2006.
- M. DO CARMO, *Differential Geometry of Curves and Surfaces*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1976.
- A. GRAY - E. ABBENA - S. SALAMON, *Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica*, CRC Press, Boca Raton, 2006.
- D. HILBERT - S. COHN-VOSSEN, *Geometria intuitiva*, Boringhieri, Torino, 1972.
- M. LIPSCHUTZ, *Geometria differenziale Schaum*, Etas Libri, 1984.
- A. PRESSLEY, *Elementary Differential Geometry*, UTM Springer, New York, 2000.
- E. SERNESI, *Geometria 2 Bollati Boringhieri*, Torino, 1994.

METODO DI VALUTAZIONE

Prova orale preceduta da un breve prova scritta.

AVVERTENZE

Il docente comunicherà successivamente l'orario di ricevimento per gli studenti.

31. - Inglese

PROF.SSA CLAUDIA MORETTI

OBIETTIVO DEL CORSO

- conoscenza delle principali strutture e funzioni comunicative della lingua inglese standard;
- conoscenza delle caratteristiche lessicali e morfosintattiche dell'inglese scientifico;
- listening e reading comprehensions di testi specialistici;
- talks and presentations di argomenti specialistici
- conoscenza della struttura e delle caratteristiche principali di alcune pubblicazioni scientifiche.

PROGRAMMA DEL CORSO

Ripasso grammaticale, analisi critica di testi scientifici e/o specialistici, listening e reading comprehensions, writing (riassunto), note taking, presentations personali e a tema, speaking (conversazioni e talks a tema).

BIBLIOGRAFIA

ROBERT A. DAY, *How to write and publish a scientific paper*; 5th edition, Oryx Press, 1998

VERNON BOTH, *Communicating in science, writing a scientific paper and speaking at scientific meetings*, 2nd edition Cambridge University Press.

SAGGIO M. GOTTL, *La grammatica dell'inglese in ambiti specialistici*, tratto dai "Quaderni di linguistica dell'Università Cattolica", a cura di Gianfranco Porcelli.

MIKE MACFARLANE INTERNATIONAL EXPRESS, *Intermediate*, Oxford -2009 , (Student's book + Workbook and Student's CD)

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni frontali e attività laboratoriali in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto e orale.

AVVERTENZE

La prof.ssa Claudia Moretti riceve gli studenti al termine delle lezioni in aula.

32. - Istituzioni di economia

PROF. STEFANO PAREGLIO

OBIETTIVO DEL CORSO

Il Corso fornisce allo studente nozioni teoriche e riscontri empirici sulla microeconomia, nonché cenni di macroeconomia.

PROGRAMMA DEL CORSO

Presentazione del Corso

Microeconomia: ambito disciplinare e strumenti di analisi.

Comportamento del consumatore: gusti e preferenze; utilità e benessere; utilità marginale; curve di indifferenza, SMS; vincolo di bilancio; equilibrio del consumatore; domanda individuale e di mercato; surplus del consumatore e del produttore; effetto sostituzione ed effetto reddito nella variazione dei prezzi; elasticità della domanda: al prezzo (e curve di Engel), al reddito e al prezzo di altri beni.

Teoria dell'impresa: analisi dell'offerta; ricavo totale e marginale; rendimenti marginali decrescenti; fattori e costi di produzione; periodo di riferimento; tecnologia e funzione di produzione; prodotto totale, medio e marginale; stadi della produzione; isoquanto; SMST; combinazione ottimale dei fattori di produzione; isocosto; funzioni di costo totale, medio e marginale nel breve e nel lungo periodo; livello 'ottimo' di produzione; economie e diseconomie di scala; SMT e combinazione 'ottima' tra prodotti.

Forme di mercato: sistematica delle forme di mercato; concorrenza perfetta (condizioni e equilibrio nel breve e nel lungo periodo, instabilità e sentiero di [dis]equilibrio); concorrenza perfetta e benessere sociale; monopolio (condizioni, classificazione, differenziazione di prezzo, potere del monopolista, confronto con concorrenza perfetta); monopsonio e monopolio bilaterale; concorrenza monopolistica (condizioni, comportamento dell'impresa, equilibrio); oligopolio (caratteri, comportamento dell'impresa, equilibrio, effetti, tipi di coalizione).

Cenni di macroeconomia: contabilità e reddito nazionale; domanda e offerta aggregata; moneta; inflazione; occupazione e disoccupazione; ciclo e sviluppo.

BIBLIOGRAFIA

J.SLOMAN-D.GARRATT, *Elementi di economia*, Il Mulino, Bologna, 2010.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami scritti e orali.

AVVERTENZE

Indicazioni aggiornate su http://docenti.unicatt.it/ita/stefano_pareglio.

33. - Laboratorio di elettromagnetismo

PROF. CLAUDIO GIANNETTI

(Esercitazioni del corso: Proff. CLAUDIO GIANNETTI, LUCA GAVIOLI)

OBBIETTIVO DEL CORSO

Sapere individuare e misurare le principali grandezze elettromagnetiche e comprendere i fenomeni ad esse collegate. Saper effettuare l'analisi dati di base, insieme alla valutazione degli errori che possono influenzare i risultati ottenuti.

PROGRAMMA DEL CORSO

INTRODUZIONE: correnti, tensioni e resistenze, legge di Ohm, generatori ideali di corrente e tensione, resistenze in serie e parallelo, leggi di Kirchhoff, teorema di Norton e Thevenin, oscilloscopio, correnti alternate, nozioni di base di analisi dati.

CARICHE E CORRENTI

- 1) Bilancia elettrostatica e legge di Coulomb
- 2) Circuiti in corrente continua (Resistenze in serie e parallelo, legge di Ohm, legge dei nodi e delle maglie, impedenze interne di generatori)
- 3) Verifica della seconda legge di Ohm
- 4) Carica e scarica di un condensatore (circuiti RC-CR in corrente continua)

CAMPI MAGNETICI

- 5) Campo magnetico (misure di campi prodotti da filo, bobine e campo terrestre)
- 6) Magnetismo nella materia (materiali magnetici, ciclo di isteresi)

INTERAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO CON CARICHE E CORRENTI

- 7) Bilancia elettrodinamica e forza di Lorentz
- 8) Rapporto carica/massa dell'elettrone

INDUZIONE ELETTROMAGNETICA

- 9) Legge di Faraday.

BIBLIOGRAFIA

Appunti del corso;

L. DE SALVO – G. PICCHIOTTI, *Laboratorio di Ottica e Elettromagnetismo*, Cartolibreria Snoopy, Via Bligny n. 27, 25133 Brescia.

Per consultazione si consigliano i seguenti testi:

TAYLOR, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, Bologna, 1986.

SEDRA – SMITH, *Microelectronic Circuits*, (in qualunque delle molteplici edizioni).

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni teoriche frontali. Esperimenti in laboratorio. Utilizzo contenuto di software di programmazione.

METODO DI VALUTAZIONE

Presentazione di relazioni contenenti i risultati delle esperienze, Esami orali, valutazione continua.

AVVERTENZE

La presenza è obbligatoria.

Il prof. Claudio Giannetti riceve gli studenti prima e dopo le lezioni e/o su appuntamento.

34. - Laboratorio di elettronica

PROF. FRANCESCO BANFI

OBIETTIVO DEL CORSO

Dare allo studente una conoscenza di base degli elementi passivi, dei diodi, degli amplificatori operazionali e dei transistors.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Richiami di Elettromagnetismo: corrente elettrica, legge di Ohm e leggi dei circuiti elettrici. Teoremi di Thévenin e Norton.
- Strumenti di misura: multimetro analogico, oscilloscopio.
- Serie e Trasformata di Fourier (taglio applicativo). Correnti e tensioni variabili nel tempo. Circuiti passivi (RC-CR, RL-LR, RCL): risposta temporale ed in frequenza. Potenza corrente alternata. Adattamento di impedenza.
- Diodi e amplificatori.
- Amplificatori Operazionali e applicazioni.
- Transistor e applicazioni.

BIBLIOGRAFIA

Appunti del corso. Per consultazione si consigliano i seguenti testi:

P. HOROWITZ, *The Art of Electronics*, (in qualunque delle molteplici edizioni).

SEDRA – SMITH, *Microelectronic Circuits*, (in qualunque delle molteplici edizioni).

MILMAN - HALKIAS, *Electronic Devices and Circuits* (in qualunque delle molteplici edizioni).

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni teoriche frontali. Esperimenti in laboratorio. Utilizzo contenuto di software di programmazione.

METODO DI VALUTAZIONE

Modalità d'esame: prova pratica in laboratorio ed esame orale sulla teoria.

Valutazione delle relazioni di laboratorio e dei progetti assegnati durante il corso (valutazione continua).

AVVERTENZE

Orario di ricevimento studenti: verrà comunicato ad inizio corso.

Programma da 5 Cfu

OBIETTIVO DEL CORSO

Dare allo studente una conoscenza di base degli elementi passivi, dei diodi, degli amplificatori operazionali.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Richiami di Elettromagnetismo: corrente elettrica, legge di Ohm e leggi dei circuiti elettrici. Teoremi di Thévenin e Norton.
- Strumenti di misura: multimetro analogico, oscilloscopio.
- Serie e Trasformata di Fourier (taglio applicativo). Correnti e tensioni variabili nel tempo. Circuiti passivi (RC-CR, RL-LR, RCL): risposta temporale ed in frequenza. Potenza corrente alternata. Adattamento di impedenza.
- Diodi e amplificatori.
- Amplificatori Operazionali e applicazioni.

BIBLIOGRAFIA

Appunti del corso. Per consultazione si consigliano i seguenti testi:

P. HOROWITZ, *The Art of Electronics*, (in qualunque delle molteplici edizioni).

SEDRA – SMITH, *Microelectronic Circuits*, (in qualunque delle molteplici edizioni).

MILMAN - HALKIAS, *Electronic Devices and Circuits* (in qualunque delle molteplici edizioni).

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni teoriche frontali. Esperimenti in laboratorio. Utilizzo contenuto di software di programmazione.

METODO DI VALUTAZIONE

Modalità d'esame: prova pratica in laboratorio ed esame orale sulla teoria.

Valutazione delle relazioni di laboratorio e dei progetti assegnati durante il corso (valutazione continua).

AVVERTENZE

Orario di ricevimento studenti: verrà comunicato ad inizio corso.

35. - Laboratorio di fisica generale

PROF. GIANLUCA GALIMBERTI

OBIETTIVO DEL CORSO

- Sviluppare capacità sperimentali nel lavoro in laboratorio: predisporre il setup di strumenti; raccogliere le misure; analizzare i dati con lo studio degli errori.
- Implementare e rafforzare le conoscenze teoriche attraverso un confronto con il dato sperimentale.
- Acquisire competenze informatiche nell'analisi dei dati.
- Abituare gli studenti a restituire i risultati del loro lavoro attraverso relazioni e presentazioni.
- Aiutare gli studenti ad acquisire la capacità di gestione autonoma di un lavoro di ricerca sperimentale.

PROGRAMMA DEL CORSO

PRIMA UNITÀ:

- Teoria degli errori.
- Descrizione preliminare dell'analisi degli errori.
- Come rappresentare e utilizzare gli errori.
- Propagazione degli errori.
- Analisi statistica degli errori casuali.
- La distribuzione normale.
- Rigetto dei dati.
- Medie pesate.
- Metodo dei minimi quadrati .
- Covarianza e correlazione.
- Laboratorio:
 - Esperienza sulla conservazione della quantità di moto.
 - Esperienza sulla forza centripeta.
 - Esperienze sul coefficiente di attrito.
 - Esperienze sul moto armonico.
 - Esperienze di calorimetria.
- Per ognuna delle esperienze è prevista la produzione di una relazione con l'analisi dei dati.

SECONDA UNITÀ:

- Interpolazione dati.
- cenni alla distribuzione binomiale.
- cenni alla distribuzione di Poisson.
- Nozioni base di software di analisi dati.

- LABORATORIO:
- Esperienze sul momento di inerzia.
- Esperienze sulla conservazione del momento angolare.
- Esperienze sui moti oscillatori accoppiati.
- Esperienze sulla forza centripeta.
- Esperienze sul pendolo di torsione.
- Esperienze di calorimetria.
- Esperienze sulle trasformazioni termodinamiche.
- Esperienze sul motore termico.
- Per ognuna delle esperienze è prevista la produzione di una relazione con l'analisi dei dati.
- nella seconda parte del secondo periodo alle studentesse e agli studenti vengono proposte attività di ricerca con realizzazione di esperimenti in laboratorio e approfondimenti teorici su uno dei seguenti argomenti (cui se ne possono aggiungere altri concordati con gli studenti stessi):
- Il moto anarmonico.
- I moti oscillatori accoppiati.
- Il giroscopio.
- La bilancia di Cavendish.
- Le onde stazionarie trasversali e longitudinali.

Al termine i ragazzi preparano, con l'uso di strumenti informatici, una presentazione dei dati raccolti e delle conclusioni raggiunte nel confronto con i modelli teorici considerati.

BIBLIOGRAFIA

J. R. TAYLOR, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, seconda edizione.

DIDATTICA DEL CORSO

Il corso è diviso in due unità.

La prima unità propone inizialmente un pacchetto di circa 25 ore con lezioni frontali sulla teoria degli errori. Segue una presentazione delle esperienze e del software utilizzato.

In seguito, gli studenti, divisi in gruppi di due o al più tre persone, con l'aiuto di schede di accompagnamento e seguiti dai docenti, iniziano a realizzare le esperienze proposte e a rielaborare i dati emersi con attenzione all'analisi degli errori. Al termine di ogni settimana i gruppi ruotano, affrontando così, nella settimana successiva, un'esperienza differente. Il lavoro dei docenti è di indirizzo e confronto sui problemi che emergono o sui risultati ottenuti, con molta attenzione allo sviluppo della capacità di autonomia risolutiva degli studenti.

Nella prima parte della seconda unità gli studenti affrontano subito le esperienze di laboratorio con le stesse modalità dell'unità precedente. Si inserisce in questa seconda unità un pacchetto di ore per l'introduzione ad un software di analisi dati. Nelle prime due unità agli studenti è chiesto di presentare ai docenti, durante il corso, i primi risultati del lavoro in laboratorio sotto

forma di bozze di relazioni scritte, in modo che i docenti possano discutere con gli studenti eventuali modifiche e correzioni da apportare alla stesura definitiva delle relazioni stesse.

La seconda parte della seconda unità si configura invece in modo nuovo: ad ogni gruppo di studenti, sempre di due o al più tre persone, vengono proposti differenti percorsi di ricerca, tra cui gli studenti possono scegliere una attività. Quindi, sempre sotto la supervisione dei docenti, gli studenti devono impostare l'esperienza, con attenzione anche ai tempi di svolgimento, raccogliere e studiare materiale di approfondimento teorico, analizzare i dati con l'uso di un software adeguato. Il lavoro punta a realizzare una capacità autonoma nei ragazzi e l'interazione con i docenti, che seguono i gruppi uno ad uno, avviene attraverso momenti di confronto, di discussione, di valutazione critica del lavoro fino a quel momento svolto.

METODO DI VALUTAZIONE

La valutazione si basa sui seguenti elementi: una prova orale sulla parte di teoria degli errori; la presentazione e la discussione delle relazioni di laboratorio; la presentazione attraverso strumenti multimediali (power point) dell'attività di ricerca svolta; l'impegno mostrato e la qualità del lavoro svolto durante le ore di laboratorio.

AVVERTENZE

Pur non essendoci l'obbligo di frequenza, tuttavia non è possibile sostenere l'esame senza aver svolto le attività di laboratorio. Per venire incontro alle esigenze di eventuali studenti lavoratori, si offre loro l'opportunità di svolgere le esperienze anche in momenti al di fuori delle ore di lezione stabilite e si propone loro un aiuto per il recupero e l'approfondimento. Si cerca di avere particolare elasticità nell'attività di ricevimento, per venire incontro alle esigenze di tempo ed alle necessità di approfondimento degli studenti. Il prof. Galimberti riceve gli studenti, al di là delle ore previste, ogni qual volta venga richiesto, in tempi ovviamente compatibili con le contestuali esigenze lavorative del Docente.

36. - Laboratorio di fisica moderna

PROF.SSA STEFANIA PAGLIARA

OBIETTIVO DEL CORSO

Svolgimento di una esperienza di laboratorio relativa a temi di fisica moderna.

PROGRAMMA DEL CORSO

Agli studenti sarà richiesto, in gruppi di lavoro di 3-4 unità, lo svolgimento di una delle seguenti esperienze di fisica moderna:

INTERFEROMETRIA:

- Realizzazione di un interferometro di Michelson e di un interferometro di Mach-Zender. Misura interferometrica della lunghezza d'onda di una sorgente laser.

- Misura dell'indice di rifrazione dei gas al variare della pressione. Misura dell'indice di rifrazione di una lastra di vetro.

LUMINESCENZA:

- Allestimento di uno spettrometro per misure di luminescenza. Misure di fotoluminescenza e di elettroluminescenza. Misure RC su dispositivi elettroluminescenti.

MISURE DI TRASPORTO:

- Misura del coefficiente Hall di un campione di germanio al variare della temperatura. Misure di conducibilità al variare della temperatura.

MISURE ELLISSOMETRICHE:

- Misura simultanea delle costanti ottiche di diversi materiali con un ellissometro.
- Misure dell'indice di rifrazione attraverso la determinazione dell'angolo di Brewster.

MISURE DI DECADIMENTI RADIOATTIVI:

- Misure di diffusione di particelle alfa da parte di atomi di oro. Misure sulla statistica dei processi di decadimento. Misura profondità di penetrazione di particelle alfa in aria.

Ciascuna esperienza sarà preceduta da una introduzione da parte dei docenti sia sugli aspetti strumentali che sui processi fisici oggetto di studio. Agli studenti verrà fornito materiale per approfondire i diversi aspetti dell'esperimento.

BIBLIOGRAFIA

G.R. FOWLES, *Introduction to Modern Physics*, Dover, New York, 1989.

F.L. PEDROTTI - L. S. PEDROTTI, *Introduction to Optics*, Prentice Hall, Londra, 1996.

J. MILLMAN - C. C. HALKIAS, *Microelettronica*, Boringhieri, Torino, 1978.

W. R. LEO, *Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments*, Springer-Verlag, Berlino, 1987.

P. N. J. DENNIS, *Photodetectors*, Plenum Press, New York, 1986.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni introduttive frontali in aula. Attività di laboratorio.

METODO DI VALUTAZIONE

L'esame prevede la presentazione di una relazione scritta (di gruppo) sull'esperienza eseguita e un colloquio individuale sulla medesima.

AVVERTENZE

La Prof.ssa Stefania Pagliara riceve gli studenti dopo le lezioni in aula o per appuntamento dopo aver inviato una e-mail: pagliara@dmf.unicatt.it.

37. - Laboratorio di ottica

PROF. CLAUDIO GIANNETTI

(Esercitazioni: PROF. GIUSEPPE PICCHIOTTI)

OBBIETTIVO DEL CORSO

Effettuare in laboratorio gli esperimenti dell'ottica e della spettroscopia su alcuni fenomeni che sono usualmente osservati nella vita quotidiana.

PROGRAMMA DEL CORSO

Elementi di ottica geometrica: leggi di Snell e indice di rifrazione, proprietà delle lenti. Misure di intensità di una sorgente luminosa. Studio della polarizzazione della luce: legge di Malus e angolo di Brewster.

Elementi di ottica fisica: studio delle frange di interferenza e di diffrazione prodotte dalla luce coerente di un laser che passa attraverso fenditure singole e doppie di varie dimensioni.

Elementi di spettroscopia: principio fisico dello spettrofotometro, misura degli spettri di emissione nell'infrarosso (spettro di emissione del corpo nero), misura dello spettro di emissione da una lampada a gas, misura dello spettro di assorbimento della luce bianca.

BIBLIOGRAFIA

L. DE SALVO – G. PICCHIOTTI, *Laboratorio di Ottica e Elettromagnetismo*, Cartolibreria Snoopy, Via Bligny n. 27, 25133 Brescia, 2006.

TAYLOR, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, Bologna, 1986.

D.J. GRIFFITHS, *Introduction to Electrodynamics*, Prentice-Hall.

DIDATTICA DEL CORSO

Introduzione alle esperienze. Lavoro di gruppo in laboratorio.

METODO DI VALUTAZIONE

Discussione delle relazioni prodotte dalle esperienze. Esame Orale

AVVERTENZE

Il prof. Giannetti riceve in ufficio previo avviso via e-mail per definire l'orario: c.giannetti@dmf.unicatt.it.

38. - Logica e teoria degli insiemi

PROF. MARCO DEGIOVANNI

OBIETTIVO DEL CORSO

Far acquisire allo studente le nozioni basilari della teoria degli insiemi secondo Zermelo-Fraenkel.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Teoria assiomatica degli insiemi secondo Zermelo-Fraenkel. Il lemma di Zorn. L'insieme dei cardinali finiti. Teorema di ricorsione. Assiomi di Peano e prime conseguenze.
- Numeri naturali. Costruzione dell'insieme dei numeri reali.

BIBLIOGRAFIA

P. R. HALMOS, *Teoria elementare degli insiemi*, Feltrinelli, Milano, 1976.

G. LOLLI, *Introduzione alla logica formale*, Il Mulino, Bologna, 1991.

G. LOLLI, *Teoria assiomatica degli insiemi*, Boringhieri, Torino, 1974.

P. SUPPES, *Axiomatic set theory*, Van Nostrand Co., New York, 1969.

P. SUPPES, *Introduction to logic*, Van Nostrand Co., New York, 1957.

Verranno inoltre distribuite delle dispense sui vari argomenti del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Degiovanni riceve gli studenti nel suo studio dopo le lezioni.

39. - Matematica finanziaria

PROF. FAUSTO MIGNANEGO

OBIETTIVO DEL CORSO

Lo scopo del corso è quello di fornire gli elementi teorici necessari per la formalizzazione e la soluzione di problemi finanziari e si propone di presentare e discutere i principali

strumenti matematici che hanno rilevanti applicazioni sia nella teoria della finanza che nella pratica aziendale.

PROGRAMMA DEL CORSO

- 1) Regimi finanziari di capitalizzazione e di attualizzazione.
- 2) Regime a interesse semplice, a interesse anticipato e a interesse composto
- 3) Tassi equivalenti e convertibili. La forza d'interesse.
- 4) Condizione di scindibilità.
- 5) Rendite: definizione, classificazione e valutazione.
- 6) Costituzione di un capitale.
- 7) Ammortamento di prestiti indivisi, ammortamento americano, ammortamento italiano, ammortamento francese.
- 8) Criteri di scelta tra operazioni finanziarie: il criterio del tempo di recupero, del R.E.A., del T.I.R.
- 9) Generalità sui titoli obbligazionari. Indicatori di redditività dei titoli obbligazionari.
- 10) Tassi spot. Tassi forward. La struttura a termine dei tassi d'interesse.
- 11) Duration, Convessità.
- 12) L'immunizzazione finanziaria.
- 13) La teoria del portafoglio di Markowitz. (cenni).

BIBLIOGRAFIA

Testi adottati:

- S. STEFANI - A. TORRIERO - G.M. ZAMBRUNO, *Elementi di Matematica Finanziaria e cenni di Programmazione Lineare*, Giappichelli, Torino, 2003.
- G. BOLAMPERTI - G. CECCAROSI, *Elementi di Matematica Finanziaria e cenni di Programmazione Lineare*, esercizi, Giappichelli, Torino, 2003.

Testi consigliati:

- F. CACCIAFFESTA, *Lezioni di Matematica Finanziaria Classica e Moderna*, G. Giappichelli, Torino, 2001.
- F. M. PARIS - M. ZUANON, *Elementi di finanza matematica*, CEDAM, Padova, 1999.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni, esercitazioni, (materiale didattico on line, da verificare).

METODO DI VALUTAZIONE

L'esame consta di una prova scritta comprendente sia domande teoriche che esercizi numerici.

La prova orale è facoltativa per gli studenti che hanno riportato nella prova scritta una votazione non inferiore a 18/30 mentre è obbligatoria per coloro i quali hanno conseguito una votazione pari a 15/30, 16/30 o 17/30.

AVVERTENZE

Indicazioni dettagliate sul programma del corso, sui testi che verranno seguiti, sulle parti degli stessi di preminente interesse ed eventuale altro materiale bibliografico saranno forniti dai docenti nel corso delle lezioni.

Il docente riceve gli studenti come da orario consegnato in segreteria.

40. - Meccanica analitica

PROF. ALFREDO MARZOCCHI

OBIETTIVO DEL CORSO

Acquisire conoscenze sull'impostazione analitica dei problemi della Meccanica.

PROGRAMMA DEL CORSO

Meccanica dei sistemi olonomi. Principio di minima azione. Equazioni di Lagrange. Energia cinetica. Integrali primi. Meccanica Hamiltoniana. Sistemi dinamici. Stabilità. Parentesi di Poisson. Invariante integrale di Poincaré-Cartan. Parentesi di Lagrange. Trasformazioni simplettiche.

BIBLIOGRAFIA

Verranno fornite dispense circa gli argomenti del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami scritti e orali.

AVVERTENZE

Il prof. Alfredo Marzocchi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

41. – Meccanica quantistica

PROF. FAUSTO BORGONOVÌ

OBIETTIVO DEL CORSO

Comprendere la crisi concettuale e gli esperimenti fondamentali che hanno portato alla

formulazione della Meccanica Quantistica. Comprendere le basi assiomatiche della stessa. Risoluzione di problemi di Meccanica Quantistica non relativistica utilizzando metodi perturbativi e non.

PROGRAMMA DEL CORSO

1. La crisi della fisica classica: Effetto Fotoelettrico, Calore specifico dei solidi, Corpo Nero, Spettri atomici, Modello di Bohr.
2. Equazione di Schrodinger: Dualismo Onda-Corpuscolo. Interpretazione Statistica. Equazione agli stati stazionari. Conservazione della norma. Densità di corrente. Stati liberi e legati. Osservabili posizione, momento ed energia. Proprietà degli operatori associati alle osservabili.
3. Principio di Indeterminazione: Osservabili compatibili e incompatibili. Pacchetto di minima indeterminazione e relazione col principio di indeterminazione. Esperimenti ideali.
4. Modelli risolubili : La particella libera. Spettro, autofunzioni improprie e confronto con il caso classico. Potenziali costanti a tratti, barriera di potenziale. Coefficiente di riflessione e trasmissione. Gradino di potenziale. Scattering di risonanza. L'oscillatore armonico: Autovalori ed Autofunzioni. Operatori di creazione e distruzione. Stati coerenti : proprietà e limite classico. Problema dei due corpi: Moto classico. Problema di Keplero. Separazione di variabili. Polinomi di Legendre. Funzioni associate di Legendre. Armoniche sferiche. Equazione radiale. Il potenziale coulombiano. Stati Legati. Polinomi di Laguerre. Degenerazione coulombiana.
5. L'esperimento di Stern-Gerlach e lo spin: Rappresentazione matriciale degli operatori di spin. Regole di commutazione.
6. I fondamenti fisici e gli elementi formali della Meccanica Quantistica:
I principi generali della teoria: Osservabili e operatori. Stati e rappresentazioni. Notazione di Dirac. Insiemi di osservabili compatibili e informazione massima sullo stato di un sistema. Operatori posizione e momento. L'operatore di traslazione spaziale. Spettro discreto e continuo. L'operatore di evoluzione temporale. Rappresentazioni di Schrodinger e di Heisenberg. Teorema di Ehrenfest. Costanti del moto. Ampiezza di correlazione e relazione di incertezza tempo-energia.
7. Teoria delle perturbazioni: Indipendente dal tempo per spettro discreto. Dipendente dal tempo. Problema dei due stati. Oscillazioni di Rabi. Regola d'oro di Fermi. Potenziale periodico nel tempo. Metodo variazionale. Metodo semiclassico (WKB).

8. Teoria Generale del Momento Angolare: Autofunzioni ed autovalori. Armoniche sferiche, Proprietà. Somma di momenti angolari. Coefficienti di Clebsch-Gordan.

BIBLIOGRAFIA

1. L.D. LANDAU - L. LIFSHITZ, *Quantum Mechanics*, Dover New York, 2000.
2. C.COHEN-TANNOUJJI - B.DIU - F.LALOE, *Quantum Mechanics*, Vol. I, II, Wiley and Sons, Paris, 2005.
3. P.CALDIROLA - R. CIRELLI - G.M. PROSPERI, *Introduzione alla fisica teorica*, Utet.
4. J. SAKURAI, *Meccanica Quantistica Moderna*, Zanichelli, Bologna, 1996.
5. A. MESSIAH, *Quantum Mechanics*, Dover Publ., New York, 2000.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula (66 ore) ed esercitazioni (30 ore).

METODO DI VALUTAZIONE

L'esame consiste in una prova scritta ed una orale.

AVVERTENZE

Requisiti: Analisi, Geometria, Elettromagnetismo, Termodinamica, Meccanica Analitica.

Le esercitazioni costituiscono parte integrante del corso e del relativo esame. Se ne consiglia vivamente la frequenza.

Il Prof. Fausto Borgonovi riceve gli studenti nei giorni di lezione dalle 10 alle 17. Per appuntamenti in altra data o richieste inviare una e-mail a: fausto.borgonovi@unicatt.it, oppure a fborgonovi@gmail.com.

42. - Meccanica razionale

PROF. ALFREDO MARZOCCHI

OBIETTIVO DEL CORSO

Acquisire conoscenze sull'impostazione razionale dei problemi della Meccanica classica.

PROGRAMMA DEL CORSO

Preliminari. Cinematica del punto e del corpo rigido. Cinematica dei sistemi. Meccanica del punto. Massa, forza, potenza, vincoli. Lavoro, potenziale. Principio delle potenze virtuali, dinamica ed equazioni del moto. Oscillazioni. Teoremi di conservazione. Problema di Weierstrass. Applicazioni: pendolo semplice e sferico. Meccanica dei

sistemi: quantità di moto, momento della quantità di moto e baricentro. Meccanica del corpo rigido. Momenti d'inerzia. Equazioni di Eulero. Descrizione del moto secondo Poincaré. Applicazioni al corpo rigido con asse fisso e con punto fisso. Trottola di Lagrange.

BIBLIOGRAFIA

Verranno fornite dispense circa gli argomenti del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali.

AVVERTENZE

Il Prof. Alfredo Marzocchi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

43. - Metodi e modelli matematici per le applicazioni

PROF. ALESSANDRO MUSESTI

OBBIETTIVO DEL CORSO

Acquisire conoscenze sulla modellizzazione matematica di semplici fenomeni tratti dalla fisica, dalla biologia e dall'economia mediante sistemi di equazioni differenziali ordinarie e sull'analisi qualitativa di detti sistemi.

PROGRAMMA DEL CORSO

Generalità sulla modellizzazione dei fenomeni: principali fasi della modellizzazione. Esempi. Modelli deterministici, modelli statistico-probabilistici. Validazione e semplificazione.

Esempi di modelli Applicazioni in campo fisico, economico, finanziario, biologico.

Modelli retti da equazioni differenziali e alle differenze: Modelli retti da equazioni differenziali ordinarie. Proprietà delle soluzioni. Semigrupp e processi. Soluzioni di equilibrio. Equazioni alle differenze. Cenni ai modelli retti da equazioni differenziali alle derivate parziali.

Elementi di teoria della stabilità: Stabilità dell'equilibrio. Stabilità mediante linearizzazione. Stabilità con il secondo metodo di Ljapunov.

Solo per il corso di laurea da 6 Cfu:

Instabilità dell'equilibrio. Stabilità del movimento. Cenni alla stabilità strutturale.

BIBLIOGRAFIA

Verranno fornite dispense del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami scritti e orali.

AVVERTENZE

Il prof. Musesti riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

44. - Metodi matematici per la Fisica I

PROF. MARCO DEGIOVANNI

Il programma è mutuato dal corso di *Istituzioni di analisi superiore I* della laurea magistrale in Matematica, al quale si rimanda per bibliografia, didattica, metodo di valutazione e avvertenze.

45. - Metodi matematici per la Fisica II

PROF. GIUSEPPE NARDELLI

OBIETTIVO DEL CORSO

L'obiettivo principale del corso è quello di fornire agli studenti le principali tecniche computazionali di analisi complessa. Particolare importanza è data alla risoluzione di esercizi (calcolo integrale, serie, prodotti infiniti).

PROGRAMMA DEL CORSO

Funzioni olomorfe: Condizioni di Cauchy Riemann e proprietà delle funzioni armoniche.

Teorema di Cauchy e rappresentazione integrale di Cauchy

Sviluppi in serie di Taylor e di Laurent.

Teorema dei residui e applicazioni al calcolo integrale, somme di Mittag Leffler e prodotti infiniti.

Funzioni polidrome e superfici di Riemann. Applicazioni al calcolo integrale.

Funzione Gamma di Eulero e Zeta di Riemann.

BIBLIOGRAFIA

T.W. GAMELIN, *Complex Analysis*, Springer, 2001.

S. LANG, *Complex Analysis*, Springer Verlag, New York, 2001.

L.V. AHLFORS, *Complex Analysis*, McGraw-Hill, 1979.

S. HASSANI, *Mathematical Physics*, Springer, 1999.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto e orale.

AVVERTENZE

Il prof. Nardelli riceve gli studenti dopo le lezioni.

46. - Ottica

PROF. FRANCESCO BANFI

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso si propone d'insegnare le basi per la pratica dell'Ottica di Fourier e di fornire un'introduzione elementare alla teoria della Coerenza Ottica. Nell'ambito dell'Ottica di Fourier particolare attenzione è dedicata alla distribuzione spaziale dell'informazione ottica. Il programma è soggetto a variazioni su suggerimento di argomenti proposti dagli studenti.

PROGRAMMA DEL CORSO

Equazione delle onde e sua soluzione

Sovrapposizione di onde. Somma di onde di stessa frequenza. Somma di onde di frequenza diversa: battimenti, velocità di gruppo, forme d'onda periodiche anarmoniche-

serie di Fourier, forme d'onda non periodiche-integrale di Fourier, impulsi e pacchetti d'onda. Onde stazionarie.

Optica di Fourier. Trasformate di Fourier. La funzione di Dirac. Integrale di convoluzione. Correlazione e cross-correlazione. Diffrazione di Fraunhofer e metodi di Fourier, evidenza sperimentale dei concetti sopra citati. La lente sottile come trasformatore di Fourier.

Teoria dell'Immaginazione. Frequenze spaziali. Teoria di Abbe della formazione dell'immagine. Filtraggio spaziale.

Teoria elementare dell'Optica Coerente. L'idea di coerenza spaziale e temporale. Visibilità. La funzione di mutua coerenza-grado di coerenza. Grado complesso di coerenza spaziale. Grado complesso di coerenza temporale. Evidenza sperimentale del concetto di coerenza temporale.

Esempi pratici. Filtraggio spaziale diffrazione da apertura. Low Energy Electron Diffraction. Esempi pratici di filtraggio spaziale d'immagini STM e AFM. Shaping temporale di un impulso ottico.

BIBLIOGRAFIA

E. HECHT, *Optics*, Addison-Wesley International, 1987, 2nd edition.

J.W GOODMAN, *Introduction to Fourier Optics*, McGraw-Hill International Editions 1996, 2nd edition.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula compendiate da dimostrazioni in laboratorio e progetti guidati.

METODO DI VALUTAZIONE

Il voto finale sarà basato su una media pesata delle valutazioni conseguite:

- a) in lavori assegnati durante il corso
- b) in esame finale scritto.

AVVERTENZE

Si assume una conoscenza di base di Elettromagnetismo e di Analisi di funzioni a più variabili. Il prof. Francesco Banfi riceve gli studenti dopo l'orario di lezione o su appuntamento.

47. - Relatività

PROF. ANDREA MAURI

OBIETTIVO DEL CORSO

Il presente corso si propone di descrivere i concetti di base della teoria della relatività ed alcune sue applicazioni.

PROGRAMMA DEL CORSO

TEORIA DELLA RELATIVITÀ SPECIALE

- Richiami di geometria euclidea e relatività Galileiana, crisi della fisica classica
- Postulati della relatività speciale, spazio-tempo di Minkowski, gruppo di Poincarè, diagrammi spazio-tempo
- Dilatazione dei tempi e contrazione delle lunghezze, composizione relativistica delle velocità
- Dinamica della particella relativistica
- Formalismo tensoriale, formulazione tensoriale dell'elettromagnetismo, tensore energia momento e fluidi relativistici

TEORIA DELLA RELATIVITÀ GENERALE

- Introduzione e motivazioni alla base della Relatività Generale. Principio di equivalenza, redshift gravitazionale
- Cenni di geometria differenziale: varietà differenziabili, spazio tangente e cotangente, tensori, coefficienti di Christoffel e derivata covariante, trasporto parallelo, geodetiche, tensore di curvatura, vettori di Killing
- Equazioni di Einstein, gravità linearizzata e limite Newtoniano
- Analisi della soluzione di Schwarzschild e test classici della relatività (precessione perielio, red-shift, lente gravitazionale).

BIBLIOGRAFIA

- R. M. WALD, *General Relativity* (Chicago, 1984).
- Y. CHOQUET-BRUHAT - C. DEWITT-MORETTE, *Analysis, manifolds and physics* (North Holland, 2004).
- B. F. SCHUTZ, *A First Course in General Relativity* (Cambridge, 2009).
- S. CARROLL, *Lecture Notes on General Relativity* (<http://arxiv.org/abs/gr-qc/9712019>).
- S. WEINBERG, *Gravitation and Cosmology* (Wiley, 1972).

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Andrea Mauri riceverà gli studenti nei giorni di lezione, presso lo studio docenti a contratto.

48. - Statistica matematica I

PROF. LUCIO BERTOLI BARSOTTI

OBIETTIVO DEL CORSO

L'obiettivo generale del corso è quello di introdurre il concetto di probabilità e di porre le basi del Calcolo, nella prospettiva dello sviluppo dei principali paradigmi statistico-inferenziali.

PROGRAMMA DEL CORSO

- *La Struttura del Modello Probabilistico.*
Spazio probabilistico ed eventi. Esperimento aleatorio e spazio probabilizzabile. Classi di sottoinsiemi di un insieme assegnato. Algebre di eventi. Sigma algebra di Borel. Assiomatizzazione di Kolmogorov e sue conseguenze. Indipendenza stocastica e probabilità condizionata. Teorema delle Probabilità totali e Teorema di Bayes. Interpretazione degli approcci frequentista e bayesiano alla probabilità e riflessi sulle procedure statistico-inferenziali.
- *Variabili Casuali Univariate.*
Funzione di ripartizione e tipologia delle vv.cc.: 1) f.d.r. a gradini, ossia a derivata q.o. nulla; 2) f.d.r. continua; 3) v.c. di tipo misto, e v.c. singolari continue.

Calcolo probabilità di eventi a partire dalla f.d.r.. Variabili discrete. Operatore expectation E. Linearità dell'operatore E. Momenti centrali e non-centrali. Varianza. Standardizzazione di una v.c.. Momenti di ordine superiore a 2. Momenti fattoriali. Relazioni di equivalenza fra momenti centrali, non-centrali e fattoriali. Variabili casuali discrete di rilevante interesse applicativo. Variabili continue: caso generale. Densità (f.d.) e f.d.r.. Calcolo diretto di momenti. Variabili casuali continue di rilevante interesse applicativo. Famiglie di variabili casuali. Famiglia locazione e scala. Famiglia esponenziale.

- *Trasformazioni ed Approssimazioni di Variabili Casuali Univariate*. Trasformazioni di variabili casuali. Funzionali sulla classe delle funzioni di ripartizione. Disuguaglianza di Chebyshev. Relazioni di dominanza stocastica. Funzionali Schur-convessi. Disuguaglianza di Jensen. Convergenza in probabilità. Convergenza in distribuzione. Legge dei grandi numeri. Teorema del Limite Centrale. Successioni asintoticamente normali. Limiti di trasformazioni di successioni asintoticamente normali.

BIBLIOGRAFIA

N.WEISS, *Calcolo delle Probabilità*, Pearson PBM, 2008.

L.BERTOLI-BARSOTTI, *Statistica. Aspetti storici ed assiomatizzazione*, ISU-Università Cattolica, Milano, 1995.

L.BERTOLI-BARSOTTI, *Problemi e complementi di calcolo delle Probabilità ed inferenza statistica*, ISU-Università Cattolica, Milano, 1996.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni teoriche, più - limitatamente alla prima unità - un ciclo di esercitazioni.

METODO DI VALUTAZIONE

Prova scritta.

AVVERTENZE

Il prof. Bertoli Barsotti riceve gli studenti nel suo studio come da avviso esposto all'albo.

49. - Statistica matematica II

PROF. LUCIO BERTOLI BARSOTTI

OBIETTIVO DEL CORSO

Obiiettivo del corso è l'introduzione ai principali paradigmi della Inferenza Statistica, con particolare interesse alla stima, puntuale e intervallare.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Funzione Caratteristica. Funzione caratteristica: calcolo e uso per il calcolo di momenti e l'identificazione di variabili casuali.
- Variabili Casuali Multiple. Variabili casuali doppie, nel caso discreto e continuo. Marginali. Condizionate. Correlazione e indipendenza. Valore atteso condizionato. Funzione di regressione. V.c. multinomiale. V.c. normale doppia. Normale multipla.
- Trasformazioni di Variabili Casuali multiple. Caso generale. Somma. Riproduttività. Trasformazioni lineari di componenti di una normale multipla.
- Campionamento e Variabili di Campionamento. Spazio campionario. Determinazione della f.d. della v.c. di campionamento, nel campionamento casuale semplice. Funzione di verosimiglianza.
- Informatori Statistici. Generalità. Media e varianza campionaria. Distribuzioni esatte di momenti campionari in ipotesi di normalità. Informazione di Fisher. Disuguaglianza informazionale di Rao-Cramér. Sufficienza e ancillarità. Criterio di fattorizzazione di Neyman-Fisher. Informatori subordinati ed equivalenti. Minima sufficienza. Completezza. Informatori sufficienti e famiglia esponenziale. Teorema di Rao-Blackwell.
- Stima Parametrica. Identificabilità. Stimatore e stima. Confronto fra stimatori; errore quadratico medio. Non-distorsione; consistenza; efficienza e asintotica efficienza.
- Metodi di Stima. Metodo dei momenti. Metodo della massima verosimiglianza (ML). Stima ML nel caso di famiglia esponenziale. Ottimalità asintotica per stimatori ML.
- Intervalli di Confidenza. Intervalli di confidenza (IC): costruzione nel caso generale. Metodo della quantità pivotale. Determinazione della numerosità campionaria minima per l'ottenimento di una data ampiezza per l'IC. Applicazioni ai casi della determinazione dell'IC esatto nel campionamento da normale. Intervalli di confidenza asintotici: applicazioni a casi di vv.cc. continue e discrete. Determinazione dell'IC esatto nel caso di v.c. discrete: procedura generale. Intervalli di confidenza per il confronto fra due popolazioni normali sulla base di due c.c.s. di diversa dimensione: IC per la differenza delle medie; IC per il confronto delle varianze.
- Teoria dei Test Statistici. (cenni).

BIBLIOGRAFIA

- L.BERTOLI-BARSOTTI, *Statistica. Aspetti storici ed assiomatizzazione*, ISU-Università Cattolica, Milano, 1995.
- L.BERTOLI-BARSOTTI, *Problemi e complementi di calcolo delle Probabilità ed inferenza statistica*, ISU-Università Cattolica, Milano, 1996.
- L.BERTOLI-BARSOTTI, *Corso di Statistica Matematica*, Quaderni del Dipartimento di Matematica, Statistica, Informatica e Applicazioni Università di Bergamo, Serie Didattica, n.3, 2005.
- A.M.MOOD-F.A.GRAYBILL-D.C.B.OES, *Introduzione alla Statistica*, Mc Graw-Hill, 1991.
- N.WEISS, *Calcolo delle Probabilità*, Pearson PBM, 2008.

L.PACE, A.SALVAN, *Introduzione alla Statistica Vol 2 – Inferenza, Verosimiglianza, Modelli*, Cedam, 2001.
PELOSI, SANDIFER, CERCHIELLO, GIUDICI, *Introduzione alla Statistica 2/ed*, Mc -Graw-Hill, 2009.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni teoriche, più - limitatamente alla prima unità - un ciclo di esercitazioni.

METODO DI VALUTAZIONE

Prova scritta.

AVVERTENZE

Il prof. Bertoli Barsotti riceve gli studenti nel suo studio come da avviso esposto all'albo.

50. - Tecniche e strumenti del calcolo scientifico

PROF. ANDREA POLLINI

PROGRAMMA DEL CORSO

Il corso intende presentare le tematiche del calcolo scientifico applicato, con particolare interesse alle applicazioni pratiche. Ogni parte del corso sarà corredata da esercitazioni in laboratorio per analizzare algoritmi e modelli mediante strumenti software.

Nella prima parte del corso verranno dati cenni di risoluzione di problemi di algebra lineare e di alcuni algoritmi di risoluzione di problemi non lineari.

Successivamente verranno presentate alcune tecniche di visualizzazione dei dati, bidimensionali e tridimensionali, oltre che di campi vettoriali.

Verranno trattate nella seconda parte del corso l'approssimazione e la visualizzazione delle soluzioni di equazioni differenziali ordinarie e di sistemi di equazioni differenziali ordinarie.

Inoltre verranno dati accenni a metodologie di calcolo per l'approssimazione di equazioni differenziali alle derivate parziali e per la simulazione di processi che su tali equazioni si basano.

Gli strumenti utilizzati saranno Python per la parte teorica, mentre verrà utilizzato Matlab per la parte di esercitazioni.

BIBLIOGRAFIA

Verrà indicata durante il corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in laboratorio e aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Approfondimento scritto con presentazione ed esame orale sugli argomenti affrontati durante il corso.

AVVERTENZE

In docente riceve gli studenti in studio prima delle lezioni.

51. - Tecniche e strumenti di analisi dei dati

PROF. FRANCESCO CIVARDI

OBIETTIVO DEL CORSO

“Per evitare il pericolo di annegare nelle informazioni, ma perire per la mancanza di conoscenza, è emersa l’area di ricerca nota come *data analysis*, ed è stato sviluppato un numero considerevole di metodi e strumenti software. Tuttavia gli strumenti da soli non bastano; affinché un progetto di *intelligent data analysis* abbia successo, è necessario affiancare agli strumenti l’applicazione intelligente dell’intuizione umana unita al potere computazionale, una solida conoscenza di base insieme alla modellazione al computer, la costruzione automatica di modelli e la riflessione critica sui risultati ottenuti” (*Berthold et al., 2010*)

Obiettivo del corso è fornire allo studente la padronanza dei concetti che gli permetteranno di applicare varie tecniche di analisi dei dati, “data warehousing”, “OLAP”, “data mining” e algoritmi di “machine learning” a diverse aree applicative. Tali concetti nascono grazie alla sinergia tra varie discipline: l’Intelligenza Artificiale, la Statistica, i Metodi Bayesiani, la Teoria dell’Informazione, la Teoria del Controllo, la Teoria della Complessità Computazionale, la Neurofisiologia, la ricerca sui Data Base e le tecniche di Information Retrieval. Ultima aggiunta, la nuova Scienza delle Reti (sociali, biologiche ecc.).

Le aree applicative spaziano dalla diagnosi medica all’analisi del rischio di credito dei clienti di una banca, dall’analisi del comportamento d’acquisto della clientela di un supermercato all’ottimizzazione di processi industriali, fino all’individuazione di frodi o alla previsione di attacchi di terrorismo.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Introduzione alla Business Intelligence, all’OLAP e al Data Mining
- Concetti di DataWarehousing
- Analisi multi-dimensionale. Modellazione Dimensionale
- Data Base Relazionali e Multidimensionali

- Richiami del linguaggio SQL
- Cenni al linguaggio MDX
- Temi del Data Mining: Classificazione, Predizione, Clustering, Associazione
- Alberi Decisionali. Entropia e Information Gain
- Richiami di teoria delle probabilità. Teorema di Bayes
- Naive Bayes. Reti bayesiane
- Regressioni lineari e multiple. Regressione logistica
- Reti neurali
- Support Vector Machines
- Validazione e confronto di modelli di classificazione
- Cluster Analysis: Algoritmi EM e K-Means, Algoritmi gerarchici
- Analisi delle associazioni
- Introduzione alla Scienza delle Reti.

BIBLIOGRAFIA

- Slides e appunti delle lezioni
- Siti web e papers comunicati a lezione

M.R. BERTHOLD – C. BORGELT – F. HÖPPNER - F. KLAWONN, *Guide to intelligent data analysis*, Springer 2010.
 C. VERCELLIS, *Business Intelligence - Modelli matematici e sistemi per le decisioni*, McGraw-Hill, 2006.

Per consultazione:

R. KIMBALL, *Data Warehouse: La guida completa*, Hoepli, 2002.

I. H. WITTEN - EIBE FRANK, *Data Mining, Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java implementations*, Morgan Kaufmann, 1999.

J. HAN E M. KAMBER, *Data Mining: Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann, 2001.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni frontali in aula, progetti al computer con software free (KNIME, Gephi, NodeXL).

METODO DI VALUTAZIONE

La valutazione sarà basata sulla partecipazione attiva al corso e su di un progetto finale con relativa presentazione e discussione dei risultati.

AVVERTENZE

Il prof. Civardi riceve gli studenti prima e dopo le lezioni, nello studio presso il Dipartimento di Matematica e Fisica, Via Musei 41.

Ulteriori informazioni si possono trovare sul sito del docente: <http://www2.unicatt.it/unicattolica/docenti/index.html> o nella bacheca della Facoltà.

52. - Tecnologie web per il calcolo scientifico

PROF. ANDREA POLLINI

OBIETTIVO DEL CORSO

Obiettivo del corso Consentire allo studente di prendere padronanza delle tecnologie web, per quel che riguarda le loro possibili applicazioni nell'ambito del calcolo scientifico.

PROGRAMMA DEL CORSO

Il corso si suddivide in due parti.

Nella prima parte del corso verranno affrontate le problematiche principali relative alla programmazione web ed agli strumenti di base per realizzare applicazioni web. Nella seconda parte verranno analizzati aspetti di integrazione di applicazioni web con sistemi di calcolo e di come sia possibile utilizzare il web come strumento di supporto a sistemi di calcolo.

Inoltre verranno presentati cenni di possibili applicazioni del calcolo scientifico nell'ambito dei social network e delle web application.

BIBLIOGRAFIA

Verrà indicata durante il corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula e laboratorio.

METODO DI VALUTAZIONE

Approfondimento scritto e presentazione. Prova Orale sugli argomenti del corso.

AVVERTENZE

Il prof. Pollini riceve gli studenti prima delle lezioni nello studio.

LAUREE MAGISTRALI

1. - Analisi complessa

PROF. GIUSEPPE NARDELLI

Il programma è mutuato dal corso di *Metodi matematici per la fisica II* del corso di laurea triennale in Fisica al quale si rimanda per obiettivi, bibliografia, didattica, metodo ed avvertenze.

2. - Analisi numerica

PROF. MAURIZIO PAOLINI

Il programma è mutuato dal corso di *Analisi numerica* del corso di laurea triennale in Matematica al quale si rimanda per obiettivi, bibliografia, didattica, metodo ed avvertenze.

3. - Analisi superiore I

PROF. ROBERTO LUCCEHTI

OBIETTIVO DEL CORSO

Lo scopo del corso è quello di mostrare come lo studio matematico di situazioni interattive può portare a migliorare i risultati degli individui e della collettività. Per fare questo si sviluppano le idee e gli strumenti fondamentali della teoria matematica dei giochi, e si propongono alcuni esempi di applicazioni.

PROGRAMMA DEL CORSO

INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI GIOCHI

- Esempi vari di giochi ed illustrazione sul modo come affrontarli
- Il principio di razionalità alla base della teoria dei giochi

GIOCHI IN FORMA ESTESA

- L'albero del gioco
- L'induzione a ritroso
- Il teorema di esistenza dell'equilibrio

GIOCHI FINITI A SOMMA ZERO

- La matrice del gioco

- Eliminazione delle strategie dominate
- I valori conservativi e la loro relazione fondamentale
- Esistenza o meno dell'equilibrio
- Strategie miste
- Il teorema di Von Neumann
- Risoluzione dei giochi e programmazione lineare

GIOCHI NON A SOMMA ZERO

- Definizione dell'equilibrio di Nash
- Teorema di esistenza dell'equilibrio di Nash
- Equilibri multipli
- Equilibri correlati

GIOCHI COOPERATIVI

- Definizione di gioco cooperativo con e senza pagamenti laterali
- Il nucleo
- Il nucleolo
- I valori Shapley e Banzhaf.

BIBLIOGRAFIA

KREPS, *Teoria dei giochi e modelli economici*, Il Mulino

SHUBIK, *Game theory in the social sciences*, The MIT Press

H.W. KUHN, *Lectures on the theory of games*, Princeton University Press

R. LUCCHETTI, *Di duelli, scacchi e dilemmi*, Bruno Mondadori Editore

F. PATRONE, *Decisori (razionali) interagenti*, Pisa University Press

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale obbligatorio, svolgimento di alcuni esercizi a casa durante l'anno, consigliato.

AVVERTENZE

Il Prof. Roberto Lucchetti comunicherà l'orario di ricevimento studenti all'inizio del corso.

4. - Applicazioni della meccanica quantistica

PROF. MAURIZIO ROSSI

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso si propone di completare la preparazione dello studente nell'ambito della Meccanica Quantistica non relativistica.

PROGRAMMA DEL CORSO

- 1 - Teoria generale del momento angolare: Spettro del momento angolare. Relazione con le rotazioni. Generatori delle rotazioni. Rotazioni degli stati. Rappresentazione del momento angolare nello spazio delle configurazioni. Le armoniche sferiche. Proprietà delle armoniche sferiche. Trasformazioni delle osservabili. Osservabili scalari e vettoriali. Lo spin. Composizione di due spin. Composizione di momenti angolari. Coefficienti di Clebsch-Gordon.
- 2 - Metodi approssimati: Metodo variazionale. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo: caso generale e applicazioni (oscillatori anarmonici). Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo, serie di Dyson. Perturbazione costante. Spettro continuo. Regola d'oro di Fermi. Sezione d'urto nell'approssimazione di Born. Regola d'oro di Fermi. Assorbimento della radiazione: regole di selezione. Approssimazione semiclassica : metodo WKB.
- 3 - Particelle identiche: Simmetria di permutazione. Principio di esclusione di Pauli e spin statistica.
- 4 - Teoria elementare dello scattering: Sezione d'urto. Potenziale centrale. Forma asintotica degli stati stazionari di scattering. Legame tra ampiezza di scattering e sezione d'urto. Scattering da potenziale centrale : metodo delle onde parziali. Phaseshift. Sviluppo in onde sferiche. Ampiezza di onda parziale. Teorema Ottico. Scattering da una sfera dura. Calcolo della sezione d'urto per alte e basse energie. Ampiezza d'onda ombra. Diffusione da una buca sferica. Equazione di Lippmann-Schwinger.
- 5 - Dinamica quantistica :Evoluzione temporale in diverse rappresentazioni. Propagatore quantistico. Integrale sui cammini di Feynman.
- 6 - Metodi Quantum Monte Carlo: introduzione all'integrazione Monte Carlo. Variational Monte Carlo. PathIntegral Ground State Monte Carlo. Cenni di meccanica statistica. PathIntegral Monte Carlo.

BIBLIOGRAFIA

- D.J. GRIFFITHS, *Introduzione alla meccanica quantistica*, CEA, Milano 2005.
J.SAKURAI, *Meccanica quantistica moderna*, Zanichelli, Bologna, 1996.
A. MESSIAH, *Quantum Mechanics*, Dover Publ., New York, 2000.

L.D.LANDAU AND L.LIFSHITZ, *Quantum Mechanics: non-relativistic theory*, Vol.3, Butterworth-Heinemann, third edition, 1981.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula ed esercitazioni

METODO DI VALUTAZIONE

Prova scritta ed orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Maurizio Rossi riceve gli studenti sempre dopo le lezioni in aula. Per appuntamento o richieste inviare una e-mail a: maurizio.rossi@unicatt.it

5. - Controllo dell'inquinamento

PROF. RICCARDO MARZUOLI

OBIETTIVO DEL CORSO

Analizzare i principali fenomeni di inquinamento ambientale prodotto da agenti fisici; studiare le relazioni tra fattori di pressione antropica e variabili fisiche di stato; valutarne gli impatti sulla salute dell'uomo e sull'ambiente; presentare i metodi e gli strumenti di misura, sperimentali, computazionali e modellistici, per il monitoraggio degli inquinanti e la valutazione integrata dei rischi ad essi correlati.

PROGRAMMA DEL CORSO

- I gas serra e il cambiamento climatico: il bilancio energetico terrestre; il clima e i suoi fattori naturali di controllo; l'effetto serra; flussi e bilanci dei gas serra; i fattori antropici che influenzano il clima; impatti del cambiamento climatico; fattori di mitigazione e azioni di adattamento; accordi e politiche internazionali.
- L'ozono stratosferico: ruolo dell'ozono nell'alta atmosfera; meccanismi di formazione e distruzione; le emissioni dei composti ozono-killer; impatti sulla salute umana e sull'ambiente; strategie e politiche di controllo.
- L'inquinamento atmosferico: l'inquinamento transfrontaliero e le deposizioni atmosferiche. Gli inquinanti gassosi e solidi della troposfera (ossidi di zolfo, azoto e carbonio, particolato sospeso e polveri fini, composti organici volatili, benzene e IPA, microinquinanti e POPs, inquinanti secondari e fotochimici, l'ozono): proprietà fisiche e chimiche, origine, effetti sulla salute dell'uomo e sugli ecosistemi. Tecniche di misura degli inquinanti atmosferici. Le normative e le politiche di controllo.

- L'inquinamento del suolo: proprietà e destinazione dei suoli; agenti inquinanti: formazione trasporto e impatto sull'uomo e sugli ecosistemi; la valutazione di rischio per la salute umana di suoli contaminati.
- L'inquinamento delle acque: proprietà fisiche e chimiche delle acque; usi delle acque e criteri di qualità; la depurazione delle acque e i sistemi di trattamento.
- I rifiuti: origine e caratteristiche dei rifiuti urbani e industriali: tecniche di smaltimento: le discariche e gli inceneritori. La raccolta differenziata dei RSU.
- Origine, trasformazione e trasporto di inquinanti: Diffusione e trasporto di inquinanti in atmosfera; le equazioni della diffusione e del trasporto; trasporto nelle acque superficiali e sotterranee.
- Il contesto scientifico internazionale e le agenzie ambientali: gli organismi e i programmi di ricerca e di monitoraggio dell'inquinamento e dei suoi effetti. Inquinamento e sviluppo sostenibile, modelli e indicatori. Considerazioni di filosofia ed etica dell'ambiente.

BIBLIOGRAFIA

R. B. STULL, *A Introductory to boundary layer meteorology*, Kluwer, Academic Publisher, 1988.

E. BOEKER - R. VAN GRONDELLE, *Environmental Physics*, John Wiley & Sons, 1999.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA), *The European Environment: State and Outlook*, Copenhagen 2005.

Slides in ppt reperibili nella pagina web del docente (www.dmf.unicatt.it).

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula con presentazioni in power point (32 ore), esercitazioni (16 ore), seminari integrativi.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il prof. Marzuoli comunicherà successivamente l'orario di ricevimento per gli studenti.

6. - Cosmologia

PROF. YVES GASPAR

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso pone le basi della cosmologia e dell'astrofisica teorica e delle attuali teorie

fisiche inerenti ed espone le principali questioni irrisolte, fornendo allo studente gli strumenti necessari per effettuare un'analisi critica dei modelli cosmologici o astrofisici e dei problemi connessi, orientandosi verso ulteriori approfondimenti.

PROGRAMMA DEL CORSO

La cosmologia è quella parte della fisica che studia l'origine e l'evoluzione dell'universo. In questo campo vengono utilizzate in modo unificato varie discipline della fisica che sono di solito insegnate separatamente. Il corso contiene anche una parte che riguarda l'astrofisica teorica, la quale studia le proprietà dei corpi celesti osservati nell'universo, ovvero stelle, amassi di stelle, nebulose, galassie ecc. Il contenuto del corso può essere diviso nelle seguenti parti:

a) Cosmologia teorica:

- Soluzioni omogenee ed isotrope delle equazioni di A. Einstein, i modelli Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW), la dinamica e la geometria dei modelli FLRW, l'espansione cosmologica, grandezze fondamentali, modelli aperti, piani e chiusi. La costante cosmologica di A. Einstein e l'impossibilità dell'universo statico.
- La base del Modello Standard del Big Bang, l'origine della materia: asimmetria tra particelle/antiparticelle. La nucleosintesi primordiale: gli elementi "fossili leggeri" del Big Bang. La radiazione cosmica "fossile": teoria ed osservazioni. L'entropia dell'universo. I neutrini "fossili".
- I problemi della teoria del Big Bang, il problema delle condizioni iniziali in cosmologia. I modelli cosmologici inflazionari, la rottura spontanea di simmetria. Il problema della materia oscura.
- Il problema dell'espansione accelerata e l'energia oscura. Aspetti termodinamici della gravità, la gravità entropica, l'universo olografico, implicazioni della gravità quantistica e della teoria delle stringhe, il mondo delle brane, universi ekpyrotici e ciclici: modelli alternativi al Big Bang.

b) Astrofisica teorica:

- La formazione delle strutture cosmiche: instabilità di Jeans, nascita delle stelle: modelli fondamentali.
- Caratteristiche delle stelle, popolazioni stellari, il diagramma di Hertzsprung-Russell.
- Evoluzione e dinamica stellare: modelli di base. La sequenza principale, stelle giganti, novae e supernovae, la formazione di elementi chimici "pesanti", nane bianche, il limite di Chandrasekhar, stelle a neutroni, i pulsar, sistemi binari e multipli.
- Elementi di fisica dei buchi neri, la termodinamica dei buchi neri.

- Elementi di fisica e chimica galattica, il problema delle curve di rotazione e la materia oscura. Corpi celesti distanti: i quasar.
- Distribuzione delle galassie nell'universo, analisi delle strutture cosmiche. Modelli Newtoniani.

BIBLIOGRAFIA

J.N.ISLAM, *An Introduction to Mathematical Cosmology*, Cambridge University Press, 1992.

J.D.BARROW-P. DAVIES-C.HARPER, *Science and Ultimate Reality*, Cambridge University Press, 2004.

G.W.GIBBONS-E.P.SHELLARD-S.J.RANKIN, *The Future of Theoretical Cosmology*, Cambridge University Press, 2003.

BLACK HOLES, *White Dwarfs and Neutron Stars*, Stuart L. Shapiro, Saul A. Teukolsky, Ed. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004

ROGER PENROSE, *La strada che porta alla realtà*, 2005, ed. BUR

Il testo del corso, disponibile sul sito del Prof. Yves Gaspar, nel sito del Dipartimento di Matematica e Fisica

DIDATTICA DEL CORSO

La cosmologia sarà insegnata con lezioni frontali in aula, con seminari integrativi su tematiche di ricerca attuali.

METODO DI VALUTAZIONE

La prova finale consiste in un esame orale sull'approfondimento in cosmologia (tema a scelta) svolto dallo studente e consegnato in forma scritta.

AVVERTENZE

Il Prof. Yves Gaspar riceve gli studenti il lunedì dalle ore 15.00 alle ore 17.00 nello studio dei docenti nella sede del Dipartimento di Matematica e Fisica (Via Musei 41).

7. - Economia dell'ambiente e dell'energia

PROF. STEFANO PAREGLIO

OBIETTIVO DEL CORSO

Il Corso fornisce allo studente nozioni teoriche e riscontri empirici in ordine alle relazioni tra economia e ambiente, con una serie di approfondimenti specifici in materia di energia.

PROGRAMMA DEL CORSO

Presentazione del Corso

Ambiti disciplinari e strumenti dell'economia ambientale, dell'economia delle risorse naturali e dell'economia ecologica. Risorse rinnovabili e risorse non rinnovabili.

Economia e ambiente: ambiente e storia del pensiero economico; utilità di consumo vs. benessere (individuale e collettivo); scelta individuale, scelta pubblica e environmental governance; limiti (ecologici e sociali) della crescita economica di lungo periodo; movimenti di opinione e ambientalismo; politiche ambientali a scala internazionale. Analisi economica dell'inquinamento (microeconomia ambientale neoclassica): livello ottimale (efficiente) di inquinamento e internalizzazione degli effetti esterni; strumenti dell'economia ambientale per il controllo delle esternalità: command and control (standard e divieti), strumenti economici tout court (tasse, sussidi, depositi cauzionali), strumenti economici negoziali à la Coase (permessi negoziabili), strumenti economici volontari (accordi, SGA, ...).

Valore economico dell'ambiente: caratteristiche dei beni/servizi pubblici e dei beni/servizi ambientali; esternalità ambientali; fallimento del mercato e intervento pubblico; prezzo di mercato vs. valore economico totale (VET) dei beni/servizi ambientali: componenti del VET (valori d'uso e di non-uso), metodologie di valutazione monetaria del VET e delle sue componenti (WTP/WTA, SC/SE, VC/VE; metodi di curva di domanda, metodi non di curva di domanda, benefits transfert).

Scelta pubblica in campo ambientale: sistemi di supporto alle decisioni: metodi monetari (ACB, ACE) e metodi non monetari (AMO, AMA).

Sviluppo sostenibile: cenni storici; definizioni, caratteri, dimensioni e approcci; modelli di riferimento per la "valutazione" della sostenibilità: modelli neoclassici, modelli ecologici, modelli eco-sistemici, modelli territoriali (area-based).

Energia: fonti e mercati dell'energia; scenari a medio e lungo termine (IEA) per le diverse fonti energetiche.

Energia e cambiamento climatico: basi fisiche; adattamento e mitigazione; effetti economici e ambientali; politiche internazionali su energia e clima (UNFCCC; UE); mercato mondiale delle energie rinnovabili.

BIBLIOGRAFIA

K.R.TURNER-D.W.PEARCE-I.BATEMAN, *Economia ambientale*, Il Mulino, Bologna, 2003.

Dispense predisposte dal docente.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami scritti e orali.

AVVERTENZE

Indicazioni aggiornate su http://docenti.unicatt.it/ita/stefano_pareglio.

8. - Elettronica quantistica

PROFF. GABRIELE FERRINI; CLAUDIO GIANNETTI

OBIETTIVO DEL CORSO

Fornire una introduzione alla trattazione quantistica della interazione radiazione–materia con particolare attenzione alla fisica dei laser e degli amplificatori ottici in cavità.

PROGRAMMA DEL CORSO

Corpo nero. Quantizzazione del campo elettromagnetico.

Interazione radiazione materia in seconda quantizzazione in approssimazione di dipolo.

Emissione spontanea e stimolata.

Matrice densità e master equation.

Hamiltoniana di interazione per un sistema a due livelli.

Equazioni di Bloch. Effetti collettivi: introduzione dei tempi di rilassamento. Forma di riga.

Suscettività del mezzo. Amplificazione di onda viaggiante. Casi incoerente e coerente.

Amplificazione in cavità. Rate equations. Laser a tre e quattro livelli.

Q-switch. Analisi dei modi accoppiati: mode locking attivo.

Kerr-lens modelocking.

BIBLIOGRAFIA

B. E. A. SALEH - M. C. TEICH, *Fundamentals of Photonics*, Wiley-Interscience; 2nd edition (2007).

E. ROSENCHER - B. VINTER, *Optoelectronics*, Cambridge University Press; 1st edition (2002).

A. YARIV, *Quantum Electronics*, Wiley; 3rd edition (1989).

R. LOUDON, *The Quantum Theory of Light*, Oxford University Press, USA; 3rd edition (2000).

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Relazione scritta ed esame orale.

AVVERTENZE

Per la comprensione degli argomenti trattati è necessario aver seguito il corso di meccanica quantistica.

9. - Equazioni differenziali

PROF. ALESSANDRO GIACOMINI

OBIETTIVO DEL CORSO

Far acquisire allo studente le nozioni basilari sull'approccio variazionale alle equazioni ellittiche.

PROGRAMMA DEL CORSO

Convergenze deboli. Elementi di teoria delle distribuzioni. Spazi di Sobolev. Approssimazione con funzioni regolari. Regola di composizione. Teoremi di immersione di Sobolev. Teorema di compattezza di Rellich. Teoria delle tracce. Disuguaglianza di Poincaré. Equazioni ellittiche del secondo ordine in forma di divergenza. Formulazione debole. Principio del massimo debole. Risultati di regolarità. Alternativa di Fredholm.

BIBLIOGRAFIA

- H. BREZIS, *Analisi funzionale – Teoria e applicazioni*, Liguori, Napoli, 1986.
D. GILBARG - N. S. TRUDINGER, *Elliptic partial differential equations of second order*; Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, 224, Springer-Verlag, Berlin-New York, 1977.
L. TARTAR, *An Introduction to Sobolev Spaces and Interpolation Spaces*, Lecture Notes of the Unione Matematica Italiana, 3. Springer, Berlin; UMI, Bologna, 2007.

Verranno inoltre distribuite delle dispense sui vari argomenti del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il prof. Giacomini riceve gli studenti in studio dopo le lezioni.

10. - Equazioni differenziali della fisica matematica

PROF. ALESSANDRO MUSESTI

OBIETTIVO DEL CORSO

Acquisire conoscenze sulla teoria e i metodi delle equazioni lineari alle derivate parziali del secondo ordine, riservando una particolare attenzione ai modelli usati nella Fisica Matematica.

PROGRAMMA DEL CORSO

Introduzione alle equazioni differenziali alle derivate parziali . Classificazione delle equazioni semilineari del secondo ordine. Varietà caratteristiche. Problema di Cauchy. Problemi ben posti. Soluzioni in senso generalizzato. Operatori differenziali formalmente aggiunti. Formula di Green.

Argomenti propedeutici di Analisi . Alcuni spazi funzionali. Elementi della teoria delle distribuzioni. Convoluzione. Trasformata di Fourier. Soluzioni generalizzate di equazioni differenziali lineari.

L'operatore di Laplace. Soluzione fondamentale. Rappresentazione integrale. Funzioni armoniche. Principio del massimo. Problemi di Dirichlet e di Neumann. Sovrapposizione degli effetti. La funzione di Green per il problema di Dirichlet. Problema di Dirichlet nella sfera. Formula di Poisson.

L'operatore del calore. Soluzione fondamentale. Problema ai valori iniziali per l'equazione del calore. Problema misto per l'equazione del calore.

L'operatore delle onde . Soluzione fondamentale. Formula dei potenziali ritardati di Kirchhoff. Teoremi di unicità e di stabilità. Il caso bidimensionale e unidimensionale.

Metodi funzionali. Riformulazione del problema di Dirichlet. Il problema agli autovalori per l'operatore di Laplace. Elementi di teoria spettrale per operatori compatti. Spettro dell'operatore di Laplace. Metodo di Fourier per il problema misto del calore. Esempi di calcolo degli autovalori e delle autofunzioni per l'operatore di Laplace : intervallo, rettangolo, cerchio.

BIBLIOGRAFIA

Durante il corso verranno fornite alcune dispense a cura del docente.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Alessandro Musesti riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

11. - Fisica delle radiazioni ionizzanti

PROFF. FLAVIANO CORRADO; PIERO FEROLDI

Prima parte: prof. Flaviano Corrado

OBIETTIVO DEL CORSO

Fornire informazioni di base relative alle interazioni delle radiazioni ionizzanti con la materia ed alla dosimetria, con riferimento principale alle applicazioni di fisica medica.

PROGRAMMA DEL CORSO

1- Cenni di struttura del nucleo. Il decadimento radioattivo. Tipi di decadimento radioattivo. Legge temporale del decadimento radioattivo.

2- Interazioni delle radiazioni direttamente ionizzanti con la materia.

Urto coulombiano con gli elettroni. Calcolo della sezione d'urto di diffusione per urto coulombiano. Collisioni prossime e collisioni distanti. Calcolo della perdita di energia in collisioni prossime. Lo stopping power collisionale per collisioni prossime. Calcolo della perdita di energia in collisioni distanti. Lo stopping power collisionale per collisioni distanti e lo stopping power collisionale complessivo. L'energia media di eccitazione. Eccitazioni e ionizzazioni. Raggi γ . La diffusione multipla.

L'urto coulombiano con i nuclei. L'irraggiamento. Calcolo della perdita di energia per irraggiamento. Spettro energetico dei fotoni di irraggiamento. Distribuzione angolare dei fotoni di irraggiamento. Lo stopping power totale.

Il percorso delle particelle cariche nella materia. Il range e lo straggling. Il picco di Bragg. Differenza del percorso nella materia tra elettroni e particelle cariche pesanti. Il potere frenante ristretto (LET).

3- Interazioni delle radiazioni indirettamente ionizzanti con la materia.

I fotoni. Effetto fotoelettrico. La sezione d'urto per effetto fotoelettrico, la frazione di energia trasferita alle particelle cariche, la frazione di energia trasferita ai fotoni di irraggiamento. Effetto Compton. La sezione d'urto per effetto Compton, la frazione di energia trasferita alle particelle cariche, la frazione di energia trasferita ai fotoni di irraggiamento. Distribuzione angolare dei fotoni diffusi. La materializzazione. La sezione d'urto per materializzazione. La frazione di energia trasferita alle particelle cariche, la frazione di energia trasferita ai fotoni di irraggiamento. Trasmissione di un fascio di fotoni nella materia. Il coefficiente di attenuazione lineare ed il coefficiente di attenuazione massico. Il coefficiente di trasmissione di energia alle particelle cariche. I neutroni. Collisioni elastiche. Bilancio energetico nelle collisioni elastiche. Collisioni inelastiche. Collisioni non elastiche. Spallazione.

4- Dosimetria.

Densità di flusso di particelle, distribuzione energetica di densità di flusso di particelle, fluensa.

Kerma: rapporto tra kerma e fluensa di fotoni. Dose assorbita: rapporto tra dose assorbita e fluensa di fotoni; rapporto tra dose assorbita e fluensa di particelle cariche. Equilibrio della radiazione. Equilibrio delle particelle cariche.

Teoria della cavità. Cavità piccola. Calcolo della dose con il metodo di Bragg-Gray. Calcolo della dose con il metodo di Spencer-Attix. Cavità grande. Cavità 'reale'.

Rivelatore identico al materiale in cui si calcola la dose. Rivelatore equivalente al materiale. 'Teorema' di Fano. Rivelatore con parete equivalente alla zona sensibile.

Rivelatore con parete equivalente al materiale in cui si calcola la dose.

Trasmissione dei fasci di fotoni nella materia: la dose percentuale in profondità. Il build-up.

Equazioni del trasporto dei fasci di radiazioni. Calcolo del trasporto dei fasci di radiazioni con metodo montecarlo.

5- Cenni sui rivelatori di particelle.

Parte seconda: Prof. Piero Feroldi

OBIETTIVO DEL CORSO

Conoscere e descrivere parametricamente la cessione di energia da campi di radiazioni agli elementi della materia vivente, elettivamente per radiazioni ionizzanti.

Analizzare le sorgenti naturali e artificiali di radiazioni ionizzanti.

Conoscere e utilizzare i metodi e gli strumenti della dosimetria di interesse fisico-medico.

Caratterizzare gli impieghi di radiazioni ionizzanti in ambito medico, in diagnostica e in terapia.

Tracciare i modelli per radiobiologia e categorizzare le relazioni dose-risposta.

Conoscere e applicare i principi fisici della radioprotezione dei pazienti, degli operatori e della popolazione.

Conoscere le linee guida della radioprotezione, con i riferimenti scientifici ed epidemiologici.

Aggiornarsi sulle Direttive Internazionali e Europee e sulla Normativa Italiana in materia di radioprotezione.

PROGRAMMA DEL CORSO

- 1) Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti – Radioattività naturale e artificiale – Apparecchiature radiogene
- 2) Radioisotopi per applicazioni mediche, in diagnostica e terapia
- 3) Apparecchiature radiogene per applicazioni mediche, in diagnostica e terapia
- 4) Interazioni delle radiazioni ionizzanti con bersagli biologici – Bilanci energetici – Dosimetria e grandezze dosimetriche
- 5) Dosimetria applicata – Dosimetria clinica – Dosimetria per radioprotezione
- 6) Profili spaziali e temporali di dose assorbita – Bersagli intracellulari – Meccanismi diretti e indiretti di lesione – Curve di sopravvivenza cellulare – Modellistica
- 7) Fattori fisici, chimici e biologici di radiosensibilità
- 8) Cenni di epidemiologia delle radioesposizioni – Relazioni parametriche dose risposta – Effetti tissutali – Effetti stocastici – Ipotesi lineare senza soglia – Rischi e loro stima
- 9) Detrimento – Presupposti e elementi di radioprotezione del paziente, degli operatori e della popolazione – Comparazione con i rischi naturali e lavorativi
- 10) Valutazione preventiva, ottimizzazione, limitazione e verifica nella dosimetria per le pratiche mediche – Pratiche mediche speciali
- 11) Stima di dose a organi e tessuti – Stima di dose agli organi pelvici, all'embrione, al feto
- 12) Principi fisici di radioprotezione – Distanze, tempi, schermi – Cenni di analisi e di calcolo in radioprotezione
- 13) Cenni di normativa italiana vigente, con riferimenti applicativi, in materia di radioprotezione
- 14) Linee di sviluppo della fisica medica, nella realtà diagnostica e terapeutica.

BIBLIOGRAFIA

Per le due parti di corso:

- 1) U.AMALDI, 'Fisica delle radiazioni', Boringhieri, 1971.
- 2) F.H.ATTIX - W.C.ROESCH, 'Radiation Dosimetry' vol. 1, Academic Press, 1968 (capitoli 1,5,8)

- 3) GLENN F. KNOLL, “*Radiation, Detection and Measurement*” 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York USA, 2000
- 4) Dispense dei docenti.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali.

AVVERTENZE

Orario e luogo di ricevimento possono essere concordati con una telefonata ai numeri di telefono 030 3995240 e 030 3995352.

12. - Fisica dello stato solido

PROF. LUIGI SANGALETTI

OBIETTIVO DEL CORSO

Obiiettivo del corso è quello di fornire agli studenti una conoscenza della basi sperimentali e teoriche delle proprietà dei solidi legate alla simmetria traslazionale del reticolo cristallino. In particolare, saranno discusse le problematiche relative alla struttura elettronica dei cristalli e allo spettro vibrazionale. A tal fine le lezioni saranno integrate dalla discussione di problemi relativi ad alcuni sistemi di interesse per la fisica degli stati condensati. Gli aspetti sperimentali saranno trattati prevalentemente sulla base della teoria quantistica della interazione radiazione-materia.

PROGRAMMA DEL CORSO

Programma da 6 cfu per la Laurea Magistrale in Fisica:

1. Dal modello di Drude alla teoria di Sommerfeld per i metalli.
Limite del modello a elettroni liberi.
2. Ordine e disordine strutturale. Il reticolo cristallino. Il reticolo reciproco. La diffrazione dei raggi X dai cristalli. Reticoli di Bravais e strutture cristalline.
4. Livelli elettronici in un potenziale periodico. Teorema di Bloch.
5. Elettroni in un potenziale periodico debole. Il metodo del legame stretto. Il modello di Kronig e Penney: livelli energetici in una struttura periodica di “quantum wells”: calcolo delle bande di energia permesse.
6. La superficie di Fermi.

7. Struttura a bande dei metalli.
8. Classificazione dei solidi. Energia di Coesione.
9. I materiali semiconduttori puri e drogati. Omogiunzioni, eterogiunzioni e dispositivi a semiconduttore. Sistemi a bassa dimensionalità.
10. Teoria classica del cristallo armonico. Teoria quantistica del cristallo armonico e calori specifici nei solidi.
11. Struttura elettronica oltre l'approssimazione di elettroni indipendenti.
12. Interazione radiazione-materia. Funzione dielettrica. Transizioni elettroniche in metalli e semiconduttori. Spettroscopie elettroniche.
13. Plasmoni, polaritoni e polaroni
14. Dielettrici e ferroelettrici.

BIBLIOGRAFIA

NEIL W. ASHCROFT - N. DAVID MERMIN, *Solid State Physics*, Saunders College, Philadelphia.

C. KITTEL, *Introduction to Solid State Physics*, John Wiley, New York, 1995 (Trad. it. Boringhieri Torino).

Testi di consultazione:

F. BASSANI - U. M. GRASSANO, *Fisica dello Stato Solido*, Bollati Boringhieri, Torino, 2000.

G. GROSSO - G. PASTORI PALLAVICINI, *Solid State Physics*, Academic Press, 2000.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni frontali in aula. Seminari.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Luigi Sangaletti riceve gli studenti nell'ora successiva ad ogni lezione.

13. - Fisica teorica

PROF. GIUSEPPE NARDELLI

OBIETTIVO DEL CORSO

L'obiettivo principale del corso è introdurre lo studente allo studio della teoria delle perturbazioni nell'ambito della teoria quantistica dei campi (matrice S, diagrammi di Feynmann, sezioni d'urto). L'intera trattazione verrà sviluppata nel formalismo degli integrali di cammino e – per evitare difficoltà tecniche - nel caso di campi scalari.

Le corrispondenti formule ed applicazioni della elettrodinamica spinoriale verranno comunque trattate (ma non derivate). Si introdurrà inoltre la rinormalizzazione, le equazioni del gruppo di rinormalizzazione e le sue conseguenze.

Nella parte finale del corso, tempo permettendo, verranno affrontati argomenti più avanzati ed attuali, tra i quali, ad esempio, trattazione di teorie non Abelianie, Modello Standard, anomalie, criteri di confinamento.

PROGRAMMA DEL CORSO

Funzioni a due punti e loro significato fisico.

Formula di LSZ. Integrali di cammino per campi liberi e campi interagenti, regole di Feynman e ampiezze di scattering. Calcolo di ampiezze quantistiche, variabili di Mandelstam, sezioni d'urto e tempi di decadimento.

Rappresentazione spettrale di Kallen-Lehmann. Correzioni a un loop della teoria scalare, rinormalizzabilità. Applicazioni della elettrodinamica spinoriale: Lamb shift, fattore giromagnetico.

Divergenze infrarosse e schemi di sottrazione. Equazioni del gruppo di rinormalizzazione e libertà asintotica (campi scalari, QED e QCD).

Risonanze, particelle instabili e decadimenti.

Azione effettiva, identità di Ward.

Formule LSZ e integrali di cammino per fermioni e variabili di Grassmann

Formule LSZ e integrali di cammino per campi vettoriali.

Teorie non Abelianie, determinante di Faddeev Popov e relativi ghosts. Simmetria BRST, identità di Slavnov Taylor. Libertà asintotica in modelli non Abelianie

Modello standard: inclusione del settore fermionico.

Teorie effettive, operatore di Wilson e criteri di confinamento.

Simmetrie violate a livello quantistico: anomalie assiali, chirali e teorie di gauge chirali.

BIBLIOGRAFIA

M. SREDNICKI, *Quantum Field Theory*, Cambridge Univ. Press, 2007.

L.H. RYDER, *Quantum Field Theory*, Cambridge Univ. Press, 1985.

M. PESKIN AND D.V. SCHROEDER, *An introduction to Quantum Field Theory*, Westview 1995.

K. HUANG, *Quantum Field Theory (from operators to path integrals)*, J. Wiley and Sons, 2004.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il prof. Nardelli riceve gli studenti dopo le lezioni.

14. - Fondamenti della matematica

PROF. ANTONINO VENTURA

OBBIETTIVO DEL CORSO

Analisi del problema dei fondamenti della matematica, in particolare della cosiddetta crisi dei fondamenti e del suo superamento, a partire dalle principali acquisizioni di filosofia della matematica fino ai più recenti e significativi contributi delle scuole fondazionali.

PROGRAMMA DEL CORSO

1. *La filosofia della matematica nel pensiero antico e medievale*
2. *La filosofia della matematica nel pensiero moderno*
 - a) I fondamenti della deduzione in Galileo e il razionalismo matematico di Cartesio
 - b) La conoscenza matematica in Kant e le forme *a priori* come fondamento della possibilità della matematica
3. *La crisi dell'evidenza matematica e le geometrie non euclidee*
4. *Il problema dei fondamenti della matematica nel pensiero contemporaneo*
 - a) Il superamento delle concezioni di Cartesio e di Kant e del dogmatismo positivistico
 - b) Il metodo assiomatico
 - c) La "crisi dei fondamenti" e il problema della non contraddittorietà delle teorie matematiche
 - d) Costruttivismo, intuizionismo, platonismo. La posizione predicativista e il concettualismo
 - e) Il "programma hilbertiano"
5. *I teoremi di incompletezza e il superamento di una concezione puramente formalistica della matematica*
 - a) Le teorie formali
 - b) Elementi di calcolo dei predicati del primo ordine con identità
 - c) Costruzione del calcolo logico in forma assiomatica
 - d) Il sistema semantico ARP

- e) Il sistema PRA
 - f) Rappresentazione in PRA della sintassi di una teoria formale e condizioni di derivabilità
 - g) Lemma di diagonalizzazione
 - h) I teoremi di Gödel
 - i) Conseguenze dei teoremi di Gödel
 - l) Il significato dei teoremi di incompletezza nella teoria della conoscenza
6. *Linee essenziali e orientamenti delle ricerche sui fondamenti della matematica nel periodo successivo alla formulazione dei teoremi di Gödel*
- a) I contributi delle principali scuole fondazionali
 - b) Reazioni al fondazionalismo: l'empirismo in matematica ed altre prospettive non fondazionali
I limiti delle posizioni che escludono il problema dei fondamenti
7. *Gli esiti dell'indagine sui fondamenti della matematica e l'assiomatizzazione della matematica in senso stretto (mathematics proper) secondo Gödel*
8. *Applicazioni del metodo assiomatico alla fisica: il problema fondazionale della scelta di nuovi assiomi per l'eliminazione delle contraddizioni che emergono nelle teorie fisiche.*

BIBLIOGRAFIA

- M. BORGA - D. PALLADINO, *Oltre il mito della crisi. Fondamenti e filosofia della matematica nel XX secolo*, La Scuola, Brescia, 1997.
- E. AGAZZI - D. PALLADINO, *Le geometrie non euclidee e i fondamenti della geometria dal punto di vista elementare*, La Scuola, Brescia, 1998.
- S. GALVAN, *Introduzione ai teoremi di Incompletezza*, F. Angeli, Milano, 1992.
- K. GÖDEL, *Opere*, vol. III: *Saggi inediti e conferenze*, a cura di S. Feferman, J.W. Dawson Jr., W. Goldfarb, C. Parsons e R.M. Solovay, ed.it. a cura di E. Ballo, G. Lolli, C. Mangione e P. Pagli, Bollati Boringhieri, Torino, 2006.
- H. WANG, *Dalla matematica alla filosofia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1984.
- Ulteriori indicazioni bibliografiche saranno comunicate durante il corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali.

AVVERTENZE

Il Prof. Antonino Ventura riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

15. - Geometria superiore II

PROF.SSA SILVIA PIANTA

OBIETTIVO DEL CORSO

Approfondire lo studio dei gruppi di isometrie dei piani metrici classici (euclideo, iperbolico ed ellittico), derivandoli da tre differenti tipi di algebre di quaternioni reali, presentandone le azioni su diversi spazi geometrici e mettendone in evidenza i vari aspetti geometrici, dalla struttura di gruppo d'incidenza e spazio cinematico a quella di gruppo di Lie e di varietà riemanniana simmetrica.

PROGRAMMA DEL CORSO

Algebre di quaternioni reali: i quaternioni di Hamilton, l'algebra delle matrici $\text{Mat}(2, \mathbb{R})$, i quaternioni di Study.

Gruppi di isometrie dirette dei piani metrici classici come quozienti di gruppi moltiplicativi delle unità delle tre algebre di quaternioni reali. La nozione di gruppo d'incidenza e di spazio cinematico.

Varietà differenziabili e varietà riemanniane. Spazi omogenei, gruppi di Lie, spazi simmetrici.

$\text{PSL}(2, \mathbb{C})$, $\text{PSL}(2, \mathbb{R})$, $\text{PGL}(2, \mathbb{R})$, $\text{SU}(2)$, $\text{SO}(3)$, $\text{U}(1)$ considerati nelle loro diverse azioni (gruppo di Moebius, gruppo di Lorentz ristretto, gruppi proiettivi e gruppi speciali, lineari, unitari e ortogonali, gruppi di spin, gruppo circolare) e analizzati come gruppi di Lie e varietà riemanniane simmetriche.

BIBLIOGRAFIA

Le referenze bibliografiche più opportune verranno segnalate all'inizio del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula, seminari tenuti dagli studenti.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali, relazioni sui seminari.

AVVERTENZE

La Docente riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

16. - Intelligenza artificiale

PROF. GERMANO RESCONI

OBIETTIVO DEL CORSO

Il Corso di intelligenza artificiale si prefigge come scopo quello di studiare il rapporto uomo macchina. In questi ultimi anni si sono fatte varie scoperte sul principio di incertezza e sulla struttura dei concetti umani. Si vuole che tali risultati possano essere utilizzati al fine di un migliore approccio dell'uomo al computer e alla programmazione in situazioni di incertezza sia strutturale che semantica, Inoltre si cercherà di studiare vari modelli del cervello in modo da capire quale connessione vi sia fra computer e cervello stesso.

PROGRAMMA DEL CORSO

Incertezze probabilistiche- agenti e incertezze – Informazione e conoscenza – Informazione e insieme dei casi possibili – reti informative – informazione e cervello –significato di una rete informativa – informazione e incertezza – insieme dei possibili oggetti – esempi di possibili oggetti – distribuzione delle credibilità per gli oggetti possibili – distribuzione senza deviazioni – probabilità e credibilità – distribuzione con deviazione – variazione delle credibilità – gradi di libertà ed entropia informativa – comunicazione dell'informazione – informazione e simmetria – misura dell'informazione – entropia differenziale – credibilità condizionata – cambiamento dei casi possibili ed entropia – entropia della comunicazione- informazione mutua fra N variabili correlate – conoscenza e stabilità – informazione e stabilità - dinamica dell'informazione. Sistemi evolutivi, insiemi sfumati , insiemi granulari , insiemi attivi ad agenti, logiche a più valori.

BIBLIOGRAFIA

T. JACKSON, *Neural Computing an introduction*, Adam Hilger, 1990.

GEORGE J. KLIR AND BO YUAN, *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic. Theory and Applications*, Prentice Hall PTR Upper Saddle River, New Jersey, 1995. (07458)

J. FERBER, *Multi-Agent Systems. An introduction to distribute Artificial Intelligence*, Addison Wesley, London.

B. SCHOLKOPF AND ALEXANDER J. SMOLA, *Learning with kernels*, The MIT Press Cambridge, Massachusetts.

G. KLIR BO YUAN, *Fuzzy sets and fuzzy logic*, Prentice hall PTR, New Jersey, 1995

CHRISTOPHEN M. BISHOP, *neural network for Pattern Recognition*, Oxford, 2002.

DOMINIC WIDDOWS, *Geoemtry and meaning*, CSLI Pubblicazione 2004.

DIDATTICA DEL CORSO

Il corso prevede sia lezioni in aula sia lavori pratici guidati.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali.

AVVERTENZE

Il Prof. Germano Resconi riceve gli studenti il giovedì mattina, dalle ore 10.00 alle 12.00, nel suo studio.

17. - Istituzioni di algebra superiore I

PROF.SSA MARIA CLARA TAMBURINI

OBIETTIVO DEL CORSO

- Una introduzione alle seguenti tematiche:

- 1) la teoria di Galois delle estensioni algebriche;
- 2) i gruppi classici e le loro geometrie.

PROGRAMMA DEL CORSO

- 1) - Richiami su gruppi, campi e anelli di polinomi su un campo.
 - Estensioni di campi. Campi di spezzamento e chiusure algebriche.
 - Estensioni di Galois. Teorema fondamentale della teoria di Galois.
 - Campi finiti.
 - Polinomi ciclotomici.
 - Cenno storico alla risolubilità delle equazioni.
- 2) - Forme bilineari e forme sesquilineari. I loro gruppi di isometrie.
 - I gruppi classici finiti. Alcune proprietà di base.

N.B.

Per gli studenti della Laurea Magistrale in Matematica che hanno nel piano di studi Istituzioni di algebra superiore I da 6 cfu, il programma è limitato alla parte 1).

BIBLIOGRAFIA

N.JACOBSON, *Basic Algebra*, Freeman and Company, 1974.
Appunti della docente.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Prova scritta seguita da prova orale.

AVVERTENZE

La prof.ssa Tamburini riceve in studio, il lunedì, dalle 14 alle 16. Gli studenti possono contattarla anche via e-mail: mariaclara.tamburini@unicatt.it

18. - Istituzioni di algebra superiore II

PROF.SSA CLARA FRANCHI

OBIETTIVO DEL CORSO

Fornire allo studente alcune nozioni della teoria degli anelli non commutativi.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Anelli, ideali e moduli.
- Moduli semplici e anelli primitivi.
- Anelli artiniani e teorema di Artin-Wedderburn.
- Introduzione alla teoria dei caratteri.

BIBLIOGRAFIA

I. M. ISAACS, *Algebra A graduate course*, Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, California, 1994.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

La professoressa Clara Franchi riceve nel suo studio prima e dopo le lezioni o su appuntamento.

19. - Istituzioni di analisi superiore I

PROF. MARCO DEGIOVANNI

OBBIETTIVO DEL CORSO

Far acquisire allo studente le nozioni basilari di analisi funzionale.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Spazi di Lebesgue. Completezza. Densità delle funzioni continue con supporto compatto. Regolarizzazione per convoluzione. Funzioni continue e periodiche. Densità dei polinomi trigonometrici.
- Spazi di Hilbert. Proiezione su un convesso chiuso. Caratterizzazione del duale topologico. Sistemi ortonormali completi. Esempi nello spazio di Lebesgue delle funzioni a quadrato sommabile.
- Spazi di Banach. Teoremi di Hahn-Banach, Banach-Steinhaus e dell'applicazione aperta.
- Operatori limitati. Operatore duale. Operatori compatti. La teoria di Riesz-Fredholm. Spettro e risolvente. Proprietà spettrali degli operatori compatti. Decomposizione spettrale per operatori compatti e normali.
- Operatori illimitati. Operatore duale. Decomposizione spettrale per operatori normali con risolvente compatto.
- Misure a valori proiezione. Decomposizione spettrale per operatori limitati e normali. Decomposizione spettrale per operatori illimitati e normali.

N.B.

Gli studenti della Laurea Magistrale in Matematica che hanno a piano studi l'insegnamento di Istituzioni di analisi superiore 1 da 6 cfu, dovranno concordare il programma direttamente con il docente.

BIBLIOGRAFIA

- M. C. ABBATI & R. CIRELLI, *Metodi matematici per la fisica: operatori lineari negli spazi di Hilbert*, Città Studi Edizioni, Milano, 1997.
- H. BREZIS, *Analisi funzionale – Teoria e applicazioni*, Liguori, Napoli, 1986.
- M. REED & B. SIMON, *Methods of modern mathematical physics. I. Functional analysis*, Academic Press, New York-London, 1980.
- W. RUDIN, *Analisi reale e complessa*, Boringhieri, Torino, 1974.
- Verranno inoltre distribuite delle dispense sui vari argomenti del corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni ed esercitazioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto ed orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Degiovanni riceve gli studenti nel suo studio dopo le lezioni.

20. - Istituzioni di fisica matematica I

PROF. ALFREDO MARZOCCHI

OBIETTIVO DEL CORSO

Acquisire conoscenze sulla meccanica dei corpi continui e sulla modellizzazione matematica dei più importanti concetti ad essa legati, nonché sulle principali applicazioni alla Fluidodinamica e alla Termoelasticità e cenni alla Plasticità.

PROGRAMMA DEL CORSO

Programma da 9 cfu per la Laurea magistrale in Matematica:

Sottocorpi. Deformazione. Deformazioni omogenee. Teorema di decomposizione polare. Indifferenza materiale. Rappresentazione euleriana e lagrangiana. Velocità e accelerazione. Formula di Eulero. Teoremi del trasporto. Massa. Potenza. Calore e il primo principio della Termodinamica. Entropia. Fluidi perfetti. Fluidostatica dei fluidi perfetti barotropici. Teoremi sui fluidi perfetti. Condizioni al contorno. Applicazioni. Moti piani. Moti piani irrotazionali di fluidi perfetti incomprimibili. Onde di superficie nei fluidi incomprimibili. Fluidodinamica dei fluidi comprimibili. Fluidi viscosi. Elasticità finita e iperelasticità. Elasticità lineare. Metodi variazionali in elasticità lineare. Applicazioni: il problema di Saint-Venant. Cenni di teoria della termoelasticità e della plasticità.

Programma da 6 cfu per la Laurea magistrale in Matematica:

Sottocorpi. Deformazione. Deformazioni omogenee. Teorema di decomposizione polare. Indifferenza materiale. Rappresentazione euleriana e lagrangiana. Velocità e accelerazione. Formula di Eulero. Teoremi del trasporto. Massa. Potenza. Calore e il

primo principio della Termodinamica. Entropia. Fluidi perfetti. Fluidostatica dei fluidi perfetti barotropici. Teoremi sui fluidi perfetti. Condizioni al contorno. Applicazioni. Moti piani. Moti piani irrotazionali di fluidi perfetti incompruibili. Onde di superficie nei fluidi incompruibili. Fluidodinamica dei fluidi comprimibili. Fluidi viscosi. Elasticità finita e iperelasticità. Elasticità lineare.

BIBLIOGRAFIA

Verranno fornite dispense circa gli argomenti del Corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esami orali.

AVVERTENZE

Il Prof. Alfredo Marzocchi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

21. - Istituzioni di geometria superiore I

PROF. LUCA LUSSARDI

OBIETTIVO DEL CORSO

Introdurre lo studente alle nozioni fondamentali di geometria differenziale.

PROGRAMMA DEL CORSO

Varietà differenziabili, nozioni generali, funzioni differenziabili, spazio tangente, differenziali, sottovarietà, paracompattezza e partizioni dell'unità, teorema di Whitney nel caso compatto, fibrato tangente, campi vettoriali, derivata di Lie. Metriche pseudo-riemanniane, varietà riemanniane e varietà lorentziane, lunghezza e angolo tra vettori tangenti, lunghezza di curve su varietà pseudo-riemanniane. Connessioni affini e derivata covariante dei campi vettoriali lungo le curve, trasporto parallelo dei vettori tangenti, connessioni compatibili con la metrica, connessione di Levi Civita, il caso della superficie nello spazio euclideo. Difetto di parallelismo e simboli di Riemann, curvatura di una varietà pseudo-riemanniana, curvatura sezionale, il caso della superficie nello spazio euclideo e curvatura di Gauss, curvatura di Ricci, curvatura scalare. Geodetiche, equazioni differenziali delle geodetiche, mappa esponenziale,

coordinate normali, proprietà di minimo delle geodetiche, completezza geodetica e completezza metrica, teorema di Hopf-Rinow, variazione prima e seconda dell'energia, teorema di Bonnet-Myers.

BIBLIOGRAFIA

M.P. DO CARMO, *Riemannian Geometry*, Birkhäuser Boston, 1992.

T. LEVI CIVITA, *The Absolute Differential Calculus*, edito da E. Persico, B&S Limited, Londra, 1927.

E. SERNESI, *Geometria 2*, Bollati Boringhieri, Torino, 1994.

Saranno inoltre distribuite dispense sul corso.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale alla fine del corso.

AVVERTENZE

Il prof. Lussardi riceve dopo le lezioni nello studio.

22. - Istituzioni di geometria superiore II

PROF. MAURO SPERA

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso introduce le nozioni basilari della topologia algebrica e differenziale, e avrà un carattere fortemente concreto, basato su esempi che emergono anche in altri settori della matematica.

PROGRAMMA DEL CORSO

1. Prologo.

Algebra multilineare. Varietà topologiche e differenziabili (richiami). Forme differenziali.

Analisi tensoriale. Teorema di Frobenius.

Gruppi di Lie. Spazi omogenei. Varietà riemanniane (richiami) e simplettiche.

Elementi di algebra omologica.

2. Integrazione su varietà e teorema di Stokes.

Coomologia di de Rham. Lemmi di Poincarè. Successione di Mayer-Vietoris. Dualità di Poincarè. Formula di Künneth. Teoria del grado. Teorema di Gauss-Bonnet e numero di legame di Gauss (applicazioni della teoria del grado).

3. Omologia e coomologia singolare. Teorema di de Rham. Strutture algebriche in omologia e coomologia.

4. Classe di Thom. Classe di Eulero. Teorema di Euler-Poincarè.

5. Complesso di ech -de Rham. Coomologia di ech . Isomorfismo ech -de Rham (alla Weil).

6. Teoria di Hodge. Varietà di Kaehler. Differenziali abeliani sulle superficie di Riemann e applicazione di Abel.

7. Fibrati principali, fibrati vettoriali. Connessioni e loro curvatura. Classi caratteristiche (alla Chern-Weil).

Esempio importante: il teorema di Weil-Kostant per i fibrati lineari complessi.

8. Esempi tratti dalla fisica: monopoli, istantoni, effetto Hall quantistico, fasi di Berry e Wilczek-Zee.

9. Complessi ellittici. Operatori di Dirac e introduzione al teorema dell'indice di Atiyah-Singer.

Argomenti particolari (possibili digressioni)

*Elementi di teoria dei nodi. Numero di legame di Gauss. Superficie di Seifert di un nodo (costruzione topologica e analitica). Genere.

* Teoria delle superficie rivisitata tramite il calcolo di Cartan.

* Sistemi dinamici planari. Teorema di Poincarè - Hopf.

*Funzioni ellittiche. Struttura di gruppo su una curva ellittica.

Cenno alle funzioni theta. Tori algebrici.

*Elementi di teoria di Morse. Funzioni di Morse. Indice di Morse. Incollamento di celle. Cenno al teorema di Milnor.

BIBLIOGRAFIA

Verranno redatte le note del corso.

M.SPERA, *Topologia e geometria differenziale*, [note manoscritte I-XLIII, A1-8 reperibili in rete sulla pagina web del corso - Università di Verona]

Si segnalano però, per i dovuti approfondimenti, i seguenti testi:
Ulteriori testi di consultazione

- VI. ARNOLD, *Methodes Mathematiques de la Méchanique Classique*, MIR, Moscou, 1976.
W. BOOTHBY, *An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry*, Academic Press, New York, 1975.
R. BOTT - L.T. TU, *Differential forms in algebraic topology* Springer, New York, 1982.
G. BREDON, *Topology and Geometry*, Springer, New York, 1992.
F.CROOM, *A first course in Algebraic Topology*, Springer, 1977.
S.S. CHERN, *Complex manifolds without potential theory*, Springer-Verlag, Berlin, 1979.
S.S. CHERN - H. CHEN - K.S. LAM, *Lectures on differential geometry*, World Scientific, Singapore, 2000.
M. DO CARMO, *Riemannian Geometry*, Birkhauser, Boston, 1992.
M. DO CARMO, *Differential Forms and Applications*, Springer, Berlin, 1994.
- B.DUBROVIN - A.FOMENKO - S. NOVIKOV, *Geometrie Contemporaine*, (3 vol.) MIR, Moscou, 1982.
A.T. FOMENKO - T.L. KUNIL, *Topological Modeling for Visualization*. ? Springer-Verlag, 1997.
J. GALLIER, *Geometric Methods and Applications for Computer Science and Engineering*, par Springer, Berlin, 2000.
S. GALLOT - D. HULIN - J. LAFONTAINE, *Riemannian Geometry*, Springer, 1987.
G. GENTILI - F. PODESTÀ - E. VESENTINI, *Lezioni di geometria differenziale*. Bollati-Boringhieri, Torino, 1995.
S. GOLDBERG, *Curvature and Homology*, Dover, New York, 1962.
P. GRIFFITHS - J. HARRIS, *Principles of Algebraic Geometry*, Wiley, New York, 1978.
A. HATCHER, *Algebraic Topology* (scaricabile liberamente dalla pagina web dell' autore).
K. JANICH, *Topologia*, Zanichelli, Bologna, 1994.
F.KIRWAN, *Complex algebraic curves LMS*, London, 1992.
S. LANG, *Fundamentals of Differential Geometry*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1999.
J.M. LEE, *Introduction to Topological Manifolds*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2000.
J.M. LEE, *Introduction to Smooth manifolds*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003.
W. LUECK, *Algebraische Topologie*, Vieweg-Verlag, Wiesbaden, 2005.
W.MASSEY, *Algebraic Topology: An Introduction*, Springer, Berlin, 1969.
E. SERNESI, *Geometria 2 Bollati Boringhieri*, Torino, 1994.
I.M. SINGER - J.A. THORPE LEZIONI DI TOPOLOGIA ELEMENTARE E DI GEOMETRIA, *Boringhieri*, Torino, 1980.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame scritto, seguito da una prova orale.

AVVERTENZE

Il docente comunicherà successivamente l'orario di ricevimento per gli studenti.

23. - Laboratorio di fisica generale

PROF. GIANLUCA GALIMBERTI

OBIETTIVO DEL CORSO

- Sviluppare capacità sperimentali nel lavoro in laboratorio: predisporre il setup di strumenti; raccogliere le misure; analizzare i dati con lo studio degli errori.
- Implementare e rafforzare le conoscenze teoriche attraverso un confronto con il dato sperimentale.
- Acquisire competenze informatiche nell'analisi dei dati.
- Abituare gli studenti a restituire i risultati del loro lavoro attraverso relazioni e presentazioni.
- Aiutare gli studenti ad acquisire la capacità di gestione autonoma di un lavoro di ricerca sperimentale.

PROGRAMMA DEL CORSO

PRIMA UNITÀ:

- Teoria degli errori.
- Descrizione preliminare dell'analisi degli errori.
- Come rappresentare e utilizzare gli errori.
- Propagazione degli errori.
- Analisi statistica degli errori casuali.
- La distribuzione normale.
- Rigetto dei dati.
- Medie pesate.
- Metodo dei minimi quadrati .
- Covarianza e correlazione.
- Laboratorio:
- Esperienza sulla conservazione della quantità di moto.
- Esperienza sulla forza centripeta.
- Esperienze sul coefficiente di attrito.
- Esperienze sul moto armonico.

- Esperienze di calorimetria.
- Per ognuna delle esperienze è prevista la produzione di una relazione con l'analisi dei dati.

SECONDA UNITÀ:

- Interpolazione dati.
- cenni alla distribuzione binomiale.
- cenni alla distribuzione di Poisson.
- Nozioni base di software di analisi dati.
- LABORATORIO:
- Esperienze sul momento di inerzia.
- Esperienze sulla conservazione del momento angolare.
- Esperienze sui moti oscillatori accoppiati.
- Esperienze sulla forza centripeta.
- Esperienze sul pendolo di torsione.
- Esperienze di calorimetria.
- Esperienze sulle trasformazioni termodinamiche.
- Esperienze sul motore termico.
- Per ognuna delle esperienze è prevista la produzione di una relazione con l'analisi dei dati.
- nella seconda parte del secondo periodo alle studentesse e agli studenti vengono proposte attività di ricerca con realizzazione di esperimenti in laboratorio e approfondimenti teorici su uno dei seguenti argomenti (cui se ne possono aggiungere altri concordati con gli studenti stessi):
- Il moto anarmonico.
- I moti oscillatori accoppiati.
- Il giroscopio.
- La bilancia di Cavendish.
- Le onde stazionarie trasversali e longitudinali.

Al termine i ragazzi preparano, con l'uso di strumenti informatici, una presentazione dei dati raccolti e delle conclusioni raggiunte nel confronto con i modelli teorici considerati.

BIBLIOGRAFIA

J. R. TAYLOR , *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, seconda edizione.

DIDATTICA DEL CORSO

Il corso è diviso in due unità.

La prima unità propone inizialmente un pacchetto di circa 25 ore con lezioni frontali sulla teoria degli errori. Segue una presentazione delle esperienze e del software utilizzato.

In seguito, gli studenti, divisi in gruppi di due o al più tre persone, con l'aiuto di schede di accompagnamento e seguiti dai docenti, iniziano a realizzare le esperienze proposte e a rielaborare i dati emersi con attenzione all'analisi degli errori. Al termine di ogni settimana i gruppi ruotano, affrontando così, nella settimana successiva, un'esperienza differente. Il lavoro dei docenti è di indirizzo e confronto sui problemi che emergono o sui risultati ottenuti, con molta attenzione allo sviluppo della capacità di autonomia risolutiva degli studenti.

Nella prima parte della seconda unità gli studenti affrontano subito le esperienze di laboratorio con le stesse modalità dell'unità precedente. Si inserisce in questa seconda unità un pacchetto di ore per l'introduzione ad un software di analisi dati. Nelle prime due unità agli studenti è chiesto di presentare ai docenti, durante il corso, i primi risultati del lavoro in laboratorio sotto forma di bozze di relazioni scritte, in modo che i docenti possano discutere con gli studenti eventuali modifiche e correzioni da apportare alla stesura definitiva delle relazioni stesse.

La seconda parte della seconda unità si configura invece in modo nuovo: ad ogni gruppo di studenti, sempre di due o al più tre persone, vengono proposti differenti percorsi di ricerca, tra cui gli studenti possono scegliere una attività. Quindi, sempre sotto la supervisione dei docenti, gli studenti devono impostare l'esperimento, con attenzione anche ai tempi di svolgimento, raccogliere e studiare materiale di approfondimento teorico, analizzare i dati con l'uso di un software adeguato. Il lavoro punta a realizzare una capacità autonoma nei ragazzi e l'interazione con i docenti, che seguono i gruppi uno ad uno, avviene attraverso momenti di confronto, di discussione, di valutazione critica del lavoro fino a quel momento svolto.

METODO DI VALUTAZIONE

La valutazione si basa sui seguenti elementi: una prova orale sulla parte di teoria degli errori; la presentazione e la discussione delle relazioni di laboratorio; la presentazione attraverso strumenti multimediali (power point) dell'attività di ricerca svolta; l'impegno mostrato e la qualità del lavoro svolto durante le ore di laboratorio.

AVVERTENZE

Pur non essendoci l'obbligo di frequenza, tuttavia non è possibile sostenere l'esame senza aver svolto le attività di laboratorio. Per venire incontro alle esigenze di eventuali studenti lavoratori, si offre loro l'opportunità di svolgere le esperienze anche in momenti al di fuori delle ore di lezione stabilite e si propone loro un aiuto per il recupero e l'approfondimento. Si cerca di avere particolare elasticità nell'attività di ricevimento, per venire incontro alle esigenze di tempo ed alle necessità di approfondimento degli studenti. Il prof. Galimberti riceve gli studenti, al di là delle ore previste, ogni qual volta venga richiesto, in tempi ovviamente compatibili con le contestuali esigenze lavorative del Docente.

24. - Matematiche complementari I

PROF. MARCO DEGIOVANNI

OBIETTIVO DEL CORSO

Offrire una introduzione per uno studio critico dei Fondamenti dell'Analisi matematica.

PROGRAMMA DEL CORSO

Approccio assiomatico e costruttivo all'insieme dei numeri reali. Definizioni alternative del concetto di limite. Limiti e continuità. Singolarità e discontinuità. Analisi critica di alcuni aspetti del calcolo differenziale e integrale.

Introduzione all'Analisi non standard.

BIBLIOGRAFIA

E. ACERBI & G. BUTTAZZO, *Primo corso di Analisi matematica*, Pitagora Editrice, Bologna, 1997.

J.P. CECCONI & G. STAMPACCHIA, *Analisi matematica I: Funzioni di una variabile*, Liguori, Napoli, 1974.

C. CITRINI, *Analisi matematica I*, Boringhieri, Torino, 1991.

G. GILARDI, *Analisi Uno*, McGraw-Hill Italia, Milano, 1992.

E. GIUSTI, *Analisi matematica I*, Boringhieri, Torino, 1984.

C. D. PAGANI & S. SALSA, *Analisi matematica volume I*, Masson, Milano, 1990.

G. PRODI, *Analisi matematica*, Boringhieri, Torino, 1970.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Degiovanni riceve gli studenti nel suo studio dopo le lezioni.

25. - Matematiche complementari II

PROF. MARIO MARCHI

OBIETTIVO DEL CORSO

Offrire una introduzione per uno studio critico dei Fondamenti della Geometria.

PROGRAMMA DEL CORSO

Il sistema di assiomi di Hilbert per la geometria.

Gli spazi di rette e la nozione di sottospazio.

Piani affini e proiettivi; il problema della coordinatizzazione. Piani affini su un corpo, su un quasi - corpo e su un anello. Il gruppo degli automorfismi di un piano affine.

BIBLIOGRAFIA

D. HILBERT, *Fondamenti della geometria*, Feltrinelli, Milano, 1970.

H. KARZEL – K. SÖRENSEN – D. WINDELBERG, *Einführung in die Geometrie*, Göttingen 1973.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni e seminari in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Marchi riceve gli studenti nel suo studio dopo le lezioni o su appuntamento.

26. - Meccanica statistica

PROF. FAUSTO BORGONOVÌ

OBIETTIVO DEL CORSO

Apprendere gli strumenti basilari della meccanica statistica classica e quantistica all'equilibrio. Comprendere i meccanismi che regolano le transizioni di fase e i Processi Stocastici. Alla fine del corso gli studenti dovranno essere in grado di affrontare i problemi di fisica moderna che coinvolgono l'utilizzo degli strumenti statistici.

PROGRAMMA DEL CORSO

- 1 - Le basi statistiche della Meccanica Statistica: Stati Microscopici e Macroscopici. Il gas classico ideale. Entropia di mixing e paradosso di Gibbs.
- 2 - Teoria degli ensembles: Spazio delle fasi. Il teorema di Liouville. Ensemble microcanonico. Ensemble canonico. Funzione di partizione. Equivalenza degli ensemble e fluttuazioni. Il gas di oscillatori. L'ensemble gran canonico.

- 3 - Meccanica Statistica Quantistica: Matrice Densità. Statistica dei diversi ensemble. Sistemi di particelle indistinguibili. Funzione di partizione di un sistema di particelle libere.
- 4 - Gas Quantistici: Il gas ideale. Gas di Bose ideale: La condensazione di Bose-Einstein. Gas di Fermi ideale: Paramagnetismo di Pauli. Livelli di Landau. Diamagnetismo di Landau. Quantizzazione del Flusso. Effetto De Haas-Van Alphen.
- 5 - Transizioni di fase: Classificazione. Transizioni del I e del II ordine. Transizione ferromagnetica. Fenomenologia del ferromagnetismo. Modello di Heisenberg. Modello di Ising in $D=1$ e $D=2$. Teoria dei campo medio. Funzioni di correlazione.
- 6 - Fenomeni critici. Teorema fluttuazione-risposta. Esponenti critici. Ipotesi di scala. Leggi di scala. Teoria di Kadanoff.
- 7 - Processi Stocastici: Equazione di diffusione. Processi Markoviani. Equazione di Chapman-Kolmogorov. Equazione di Fokker-Planck. Moto Browniano. Relazione di Einstein.

BIBLIOGRAFIA

1. K. HUANG, *Statistical Mechanics*, J. Wiley & sons, (USA).
2. R.K.PATHRIA, *Statistical Mechanics*, Elsevier Science (1996).
3. R.C.TOLMAN, *The Principles of Statistical Mechanics*, Clarendon Press, Oxford.
4. J.J.BINNEY - N.J.DOWRICK - A.J.FISHER AND M.E.J.NEWMAN, *The Theory of Critical Phenomena*, Oxford Science Publications, Oxford 1992.
5. M.TODA - R.KUBO - N.SAITO, *Statistical Physics I Springer Series in Solid-State*, Science, 1995.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula ed esercizi.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame Scritto ed Orale.

AVVERTENZE

Requisiti: Termodinamica, Meccanica Classica e Quantistica.

Il Prof. Fausto Borgonovi riceve gli studenti nei giorni delle lezioni dalle 10 alle 17, oppure su appuntamento. e-mail fausto.borgonovi@unicatt.it oppure fborgonovi@gmail.com

27. - Meteorologia e micrometeorologia

PROF. GIACOMO GEROSA

OBIETTIVO DEL CORSO

L'insegnamento della micrometeorologia affronta lo studio dei processi turbolenti coinvolti negli scambi di energia e di materia tra l'atmosfera e la superficie terrestre. La sua conoscenza è fondamentale nello studio delle interazioni tra gli inquinanti atmosferici e la biosfera, ed in particolare per la vegetazione.

PROGRAMMA DEL CORSO

- 1 - Introduzione. Scale d'indagine: PBL, ASL. Grandezze e richiami di termodinamica applicata all'atmosfera. Meteorologia e micrometeorologia.
- 2 - Bilancio energetico superficiale. Equazioni e applicazioni a diverse superfici (suolo, vegetazione, corpi idrici). Radiazione solare e bilancio radiativo superficiale. Radiazione ad onda corta e lunga. Radiazione netta. Intercettazione della luce, assorbimento e riflessione da parte di coperture vegetali. Telerilevamento. Temperatura superficiale e trasferimento di calore da e per i suoli.
- 3 - PBL. Caratteristiche termiche. Profili verticali di temperatura, umidità e vento. Stabilità, mixing layers, inversioni.
- 4 - ASL e turbolenza nello strato limite. Moti laminari e sviluppo di boundary layers. Moti turbolenti: caratteristiche generali. Equazione di continuità e decomposizione di Reynolds. Vortici e scala dei moti. Teoria di Kolmogorov. Ipotesi di Taylor. Descrizione matematica dei flussi turbolenti. Analisi dimensionale e teoria della similarità di Monin-Obukhov. Stabilità nello strato limite. Condizioni di neutralità. Equazioni di profilo di velocità del vento e parametri di rugosità superficiale. Condizioni di stabilità e instabilità. Lunghezza di Monin-Obukhov e funzioni di similarità.
- 5 - Metodi d'indagine dello strato limite. Strumenti di misura delle grandezze atmosferiche e turbolente. Metodi di bilancio energetico. Bowen ratio. Eddy Correlation. Gradiente aerodinamico.
- 6 - Micrometeorologia degli ecosistemi terrestri. Evaporazione ed evapotraspirazione. Analogia resistiva e descrizione di Penman-Monteith. Stomi ed evaporazione: descrizione jarvisiana del comportamento stomatico. Accoppiamento canopy-atmosfera. Profili e flussi di energia e materia. Flussi di inquinanti negli ecosistemi. Esempi e applicazioni.

BIBLIOGRAFIA

P. ARYA, *Introduction to micrometeorology*, Academic Press, San Diego, California, 2001.

J. L. MONTEITH - M. H. UNSWORTH, *Principle of Environmental Physics*, 3rd edition. Elsevier Science & Technology, 2007.

F. VENTURA - P. ROSSI PISA, *Strumenti per l'agrometeorologia*, Aracne Editore per consultazione, 2004.

R. STULL, *An introduction to boundary layer meteorology*, Kluwer, 1988.

P. CECCON - M. BORIN, *Elementi di Agrometeorologia e Agroclimatologia*, Ed. Imprimerie, 1995.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula, seminari di gruppo, attività di laboratorio, visite a possibili installazioni micrometeorologiche.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale con discussione di un articolo scientifico di carattere micrometeorologico a scelta del candidato. Opzionalmente tesina individuale.

AVVERTENZE

Il prof. Gerosa riceve gli studenti nel suo studio, presso il Dipartimento di Matematica e Fisica (via Musei 41 – Brescia) su appuntamento da concordare telefonicamente o scrivendo a: giacomo.gerosa@unicatt.it.

28. - Metodi di approssimazione

PROF. MAURIZIO PAOLINI

OBBIETTIVO DEL CORSO

Risoluzione numerica di equazioni alle derivate parziali utilizzando il metodo degli elementi finiti.

PROGRAMMA DEL CORSO

- Problemi ai limiti in una dimensione: shooting, differenze finite, elementi finiti.
- Problemi ai limiti in più dimensioni: metodo di Galerkin ed elementi finiti, errore di interpolazione, stime di errore nella norma dell'energia.
- Equazioni ellittiche (equazione di Poisson): stima di errore in L2.
- Equazioni paraboliche (equazione del calore): cenni.
- Equazioni iperboliche (equazione delle onde): cenni.
- Problemi computazionali: generazione della griglia, assemblaggio delle matrici, ecc.
- Metodi adattivi per le equazioni alle derivate parziali.

BIBLIOGRAFIA

- A. QUARTERONI - A. VALLI, *Numerical approximation of partial differential equations*, Springer 1994.
C. JOHNSON, *Numerical solution of partial differential equations by the finite element method*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

AVVERTENZE

Il prof. Paolini comunicherà successivamente l'orario di ricevimento per gli studenti.

29. - Metodi sperimentali della fisica moderna

PROF. LUCA GAVIOLI

OBIETTIVO DEL CORSO

Acquisire le conoscenze di base su strumentazione avanzata utilizzata nei laboratori di ricerca

Sviluppare la capacità di operare in laboratorio in maniera indipendente. Venire a contatto con i metodi di ricerca sperimentali.

PROGRAMMA DEL CORSO

Hardware e pompe da vuoto

Detectors di radiazione elettromagnetica (fotomoltiplicatori, fotodiodi, arrays)

Analizzatori di elettroni

Giunzioni p-n

Introduzione basilare a labview.

Presentazione delle esperienze da realizzare nei diversi laboratori di ricerca.

BIBLIOGRAFIA

H. KUZMANY, *Solid State Spectroscopy*, Springer

WOODROOF, *modern techniques of surface science*, Cambridge

FERRARIO, *Introduzione alla tecnologia del vuoto*: Cap 1-4, 8-11, Patron ed

Modern Vacuum Physics, David S. Betts (Ed), CHAPMAN & HALL/CRC

Foundations of Vacuum Science and Technology, Lafferty, J. M.; Wiley & Sons

Atomic, Molecular and Optical Physics: Charged Particles, F.B. Dunning, R.G. Hulet, Academic Press (Ch. 6)

Methods of surface analysis (Ch. 3), M.P. Shea
Particle Detectors, C. Grupen, B. Shwartz, Cambridge (Ch. 5)
Semiconductor Physics, S.M. Sze, Wiley & Sons
Solid State Physics, Pastori Parravicini, Chap. 13-14

Inoltre: ogni esperienza richiede una parte di ricerca bibliografica con materiale fornito dai responsabili dei laboratori.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni frontali sugli argomenti descritti nel programma
Introduzione alle esperienze ed inserimento nei gruppi sperimentali di ricerca. Lavoro di gruppo in laboratorio di ricerca.

METODO DI VALUTAZIONE

Valutazione della conoscenza degli strumenti e dei metodi descritti nel corso, discussione individuale delle relazioni prodotte dalle esperienze.

AVVERTENZE

Il prof. Gavioli riceve in ufficio previo avviso via e-mail per definire l'orario: luca.gavioli@unicatt.it

30. - Nanoscopia a scansione

PROF. LUCA GAVIOLI

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso esamina i principi teorici e pratici delle tecniche di microscopia e spettroscopia a scansione più utilizzate in molte discipline scientifiche, in modo da fornire gli strumenti per capire criticamente i risultati sperimentali presentati su articoli di ricerca. Particolare attenzione viene posta all'applicazione delle tecniche a nanostrutture, microstrutture e sistemi a bassa dimensione.

PROGRAMMA DEL CORSO

Introduzione
Scanning tunneling microscopy (STM)
Principio di funzionamento
Teoria del tunneling 1D
Estensione al caso 3D
Risoluzione atomica: ruolo della punta

Significato fisico della misura
Hardware
Applicazioni della STM

Atomic force microscopy (AFM)
Principio di funzionamento
Teoria elastica del cantilever
Breve cenno alle forze di interazione punta-campione
Curve forza-distanza
Risoluzione atomica: ruolo della punta
Significato fisico della misura
Applicazioni della AFM

Scanning electron microscopy (SEM)
Principio di funzionamento
Controllo del fascio elettronico: lenti magnetiche
Influenza dei componenti della colonna elettronica sul fascio
Interazione elettrone campione: significato della misura
Formazione dell'immagine

Scanning Auger microscopy (SAM)
Principio di base
Il processo Auger: significato della misura.

BIBLIOGRAFIA

(nota: tutti i testi sono reperibili presso il Prof.)

- A. FOSTER – W. HOFER, *Scanning Probe Microscopy. Atomic Scale Engineering By Forces And Currents*, Springer, 2006.
- R. WIESENDANGER, *Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy*, Cambridge University Press.
- F.J. GIESSBL, *Advances in atomic force microscopy*, Rev. Mod. Phys. 75, 949 (2003).
- J. GOLDSTEIN - D. NEWBURY - D. JOY - C. LYMAN - P. ECHLIN - E. LIFSHIN - L. SAWYER - J. MICHAEL, *Scanning Electron Microscopy and X-Ray microanalysis*, Kluwe Academic/Plenum Publishers, Third edition (2003).
- A. ZANGWILL, *Physics at Surfaces*, Cambridge University Press.
- H. LÜTH, *Surfaces and Interfaces of Solid Materials*, Springer.
- F. BECHSTEDT, *Principles of Surface Physics*, Springer.

DIDATTICA DEL CORSO

Il corso si articola in lezioni in aula, e termina con test di utilizzo del microscopio a froza atomica in laboratorio.

METODO DI VALUTAZIONE

Prova orale comprendente un approfondimento, a cura dello studente, di uno degli argomenti a scelta del corso, seguito da domande sugli argomenti trattati nel corso.

AVVERTENZE

Il prof. Gavioli riceve in ufficio previo avviso via e-mail per definire l'orario: luca.gavioli@unicatt.it

31. - Processi stocastici

PROF. GIULIO GIUSEPPE GIUSTERI

OBIETTIVO DEL CORSO

Si vogliono presentare agli studenti i concetti e le tecniche fondamentali della moderna teoria della probabilità unitamente ad alcune importanti applicazioni in fisica, economia e nel campo della modellistica matematica.

PROGRAMMA DEL CORSO

Risultati preliminari di teoria della misura. Definizione di processo stocastico. Valore atteso, varianza. Indipendenza. Lemma di Borel-Cantelli. Funzioni caratteristiche. Legge forte dei grandi numeri. Teorema del limite centrale. Probabilità condizionata. Martingale. Applicazione alla fisica dei polimeri. Modello Random Walk. Elasticità della gomma. Catene di Markov continue e discrete.

Teoria ergodica. Teorema KAM. Moto browniano ed integrali stocastici di Ito, Stratonovich, Wiener e Feynman. Equazione di Fokker-Planck.

Equazioni differenziali stocastiche. Applicazioni in campo economico ed all'analisi delle equazioni alle derivate parziali.

BIBLIOGRAFIA

Dispense e materiale didattico saranno messe a disposizione dal docente.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale

AVVERTENZE

Il Prof. Giulio Giusteri riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

32. - Storia delle matematiche I

PROF. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO

OBIETTIVO DEL CORSO

Conoscere i maggiori protagonisti e le vicende principali inerenti alla storia della matematica nel mondo antico e medievale; con speciale attenzione per gli “Elementi” di Euclide.

PROGRAMMA DEL CORSO

Elementi di metodologia storiografica. Le origini della scienza in Grecia. La prima storia della matematica. La tradizione matematica ellenica ed ellenistica, con speciale riferimento agli “Elementi” di Euclide. La scienza romana e bizantina e i primi secoli del Cristianesimo. La matematica nel mondo indiano, cinese e islamico e nel mondo latino medievale.

Parte monografica: la trasmissione degli “Elementi” di Euclide nella storia.

BIBLIOGRAFIA

P. PIZZAMIGLIO, *La storia della matematica*, ISU-Università Cattolica, Milano, 1995.

Per la parte monografica sulla tradizione euclidea verranno forniti dal Docente gli appunti delle lezioni.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula ed esercitazioni di ricerca entro la Biblioteca di storia delle scienze matematiche e fisiche “C.Viganò”.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale finale, con possibilità di presentazione anche di una tesina scritta.

AVVERTENZE

Il Sac. Prof. Pierluigi Pizzamiglio riceve gli studenti dal martedì al giovedì presso la Biblioteca di Storia delle Scienze “C.Viganò”.

33. - Storia delle matematiche II

PROF. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO

OBIETTIVO DEL CORSO

Conoscere i protagonisti e le opere principali inerenti alla storia della matematica moderna; con speciale attenzione a N. Tartaglia.

PROGRAMMA DEL CORSO

La storiografia della matematica nel periodo rinascimentale europeo. La scuola algebrica italiana, con speciale riferimento a N. Tartaglia. Nascita e primi sviluppi della geometria analitica e del calcolo infinitesimale. La matematizzazione della fisica e la rifondazione della matematica. La storiografia della matematica in epoca contemporanea.

Parte monografica: le ricerche e gli scritti di Niccolò Tartaglia.

BIBLIOGRAFIA

Verranno forniti gli appunti delle lezioni da parte del Docente sia per la parte generale che per quella monografica.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula ed esercitazioni di ricerca entro la Biblioteca di storia delle scienze matematiche e fisiche "C.Viganò".

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale finale, con possibilità di presentazione anche di una tesina scritta.

AVVERTENZE

Il Sac. Prof. Pierluigi Pizzamiglio riceve gli studenti dal martedì al giovedì presso la Biblioteca di Storia delle Scienze "C.Viganò".

34. - Struttura della materia

PROF. LUIGI SANGALETTI

OBIETTIVO DEL CORSO

Il Corso si propone la trattazione quantistica di alcuni aspetti rilevanti della struttura della materia, con particolare riferimento:

- alla fisica atomica.

- alla fisica dei sistemi fisici a più atomi, con un graduale percorso che parte dalle più semplici molecole sino ai solidi cristallini.
- alla interazione radiazione-materia come fondamento della indagine sperimentale dei sistemi fisici oggetto del corso.

PROGRAMMA DEL CORSO

0- Interazione radiazione-materia. Causalità e relazione di dispersione. Trasformate di Kramers-Kronig. Regole di somma.

1- Complementi di fisica atomica.

Sistemi a molti elettroni. Interazione di scambio.

Potenziale centrale. Metodo di Thomas-Fermi. Metodi di Hartree e Hartree Fock.

Introduzione alla teoria dei multipletti.

2- Atomi in campo magnetico: trattazione quantistica.

Teoria quantistica dell'effetto Zeeman e Paschen-Bach.

3- Atomi in campo elettrico.

Teoria quantistica dell'effetto Stark lineare e quadratico. Effetti di campo cristallino.

4- Spin nucleare e struttura iperfine.

Richiami sullo spin nucleare e sulla struttura iperfine.

Struttura iperfine in campo magnetico esterno.

5- Elementi di magnetismo.

Paramagnetismo e funzione di Brillouin. diamagnetismo. Teoria elementare del ferromagnetismo.

7- Fisica delle molecole. L'approssimazione di Born-Hoppenheimer.

8- Lo ione idrogeno molecolare. Approccio variazionale al calcolo dello stato fondamentale. La molecola di idrogeno. Metodo LCAO e metodo di Heitler-London. Calcolo dell'energia dei livelli sigma al variare della distanza tra i nuclei. Espressione dell'integrale coulombiano e di scambio.

9- Sistema a due livelli. Soluzione esatta del problema agli autovalori e soluzione perturbativa. Molecole omopolari e molecole eteropolari. Stabilizzazione dello stato fondamentale. Approssimazione di Huckel. Molecole lineari e molecole cicliche. Riempimento dei livelli energetici in molecole biatomiche. Molecole biatomiche eteronucleari: legame ionico e potenziali semiempirici.

10- Il problema dei due corpi in meccanica quantistica. Moti nella molecola biatomica. Livelli vibrazionali e livelli rotazionali.

Correzione centrifuga ai livelli rotazionali. Effetti di anarmonicità.

Il potenziale di Morse. Regole di selezione per le transizioni rotazionali. Regole di selezione per le transizioni vibrazionali. Il principio di Franck-Condon. Le transizioni vibroniche. Spettri rotovibrazionali in molecole biatomiche. Decadimento degli stati eccitati. Diseccitazioni radiative e non radiative. Fluorescenza e fosforescenza. Dissociazione. Effetti della temperatura sulla popolazione degli stati vibrazionali e rotazionali. Modi vibrazionali e curve di potenziale.

11- Dalle molecole ai solidi. Introduzione alla struttura a bande.

Livelli elettronici di molecole lineari e cicliche con N atomi.

Calcolo degli autovalori dell'energia con il metodo di Huckel.

Enunciato del teorema di Bloch. Condizioni al contorno di Born-von Karman. Curve di dispersione dell'energia $E=E(k)$. Densità degli stati.

Andamento delle curve $E=E(k)$ per orbitali di tipo s , p , e d . Struttura a bande per un sistema bidimensionale generico.

BIBLIOGRAFIA

- HERMANN HAKEN - HANS C. WOLF, *Fisica atomica e quantistica, Introduzione ai fondamenti sperimentali e teorici*, Ed. italiana a cura di Giovanni Moruzzi, Bollati Boringhieri, Torino, 1990.

In alternativa:

HERMANN HAKEN - HANS C. WOLF, *The Physics of Atoms and Quanta*, Settima Edizione, Springer Verlag, 2005.

- D. J. GRIFFITHS, *Introduction to Quantum Mechanics*, Trad. Italiana, *Introduzione alla Meccanica quantistica*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (2005).

- B.H. BRANSDEN - C. J. JOACHAIN, *Physics of Atoms and Molecules*, Prentice-Hall, London (2003).

- PETER W. ATKINS - RONALD S. FRIEDMAN, *Meccanica quantistica molecolare*, Prima edizione italiana condotta sulla terza edizione inglese, Zanichelli, Bologna.

Consultazione:

ATTILIO RIGAMONTI - PIETRO CARRETTA, *Structure of Matter*, Springer-Verlag Italia, 2007.

FRANZ SCHAWABL, *Meccanica quantistica*, Zanichelli, Bologna 1995.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni frontali in aula. Seminari.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. Luigi Sangaletti riceve gli studenti nell'ora successiva ad ogni lezione.

35. - Teoria dei campi e delle particelle elementari

PROF. GIUSEPPE NARDELLI

OBIETTIVO DEL CORSO

L'obiettivo principale del corso è quello di introdurre agli studenti la seconda quantizzazione, il concetto di campo e la sua interpretazione particellare nell'ambito della fisica. Si sviluppa inoltre la rottura spontanea di simmetria ed una descrizione semiclassica del modello standard (solo parte bosonica). Nella prima parte del corso verranno forniti alcuni strumenti matematici per sviluppare il programma (distribuzioni temperate).

PROGRAMMA DEL CORSO

Distribuzioni temperate e principali operazioni. Distribuzioni notevoli, formule di Sokhotski.

Trasformate di Fourier e soluzioni fondamentali di operatori notevoli.

Il passaggio dalla meccanica quantistica alla teoria dei campi.

Simmetrie e leggi di conservazione (teorema di Noether)

Campi scalari liberi, campo di Dirac, campo elettromagnetico: trattazione classica e quantizzazione; interpretazione fisica e spazi di Fock, causalità e funzioni a due punti. Effetto Casimir. Effetto Aharonov-Bohm.

Campi di Yang Mills (trattazione classica), rottura spontanea di simmetria globale e locale.

Applicazioni: Superconduttività. Trattazione semiclassica del modello standard (parte bosonica).

Introduzione agli integrali di cammino di Feynman: particella non relativistica libera e potenziali quadratici.

BIBLIOGRAFIA

L.H. RYDER, *Quantum Field Theory*, Cambridge Univ. Press, 1985.

M. PESKIN AND D.V. SCHROEDER, *An introduction to Quantum Field Theory*, Westview, 1995.

K. HUANG, *Quantum Field Theory (from operators to path integrals)*, J. Wiley and Sons, 2004.

M. KAKU, *Quantum Field Theory: a modern introduction*, Oxford Univ. Press, 1993.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

A seconda del tempo disponibile, la parte riguardante gli integrali di cammino potrebbe essere omessa.

Il prof. Giuseppe Nardelli riceve gli studenti dopo le lezioni.

**CORSI DI TEOLOGIA
LAUREE TRIENNALI**

**1. - Introduzione alla teologia e questioni di teologia fondamentale
(1°-2°anno)**

PROF.SSA ANNALISA CAPUZZI

OBBIETTIVO DEL CORSO

Fornire agli studenti alcune conoscenze basilari riguardo al fenomeno religioso, alla Sacra Scrittura e alla Sacra Teologia.

Insegnare agli studenti a ragionare intorno alle questioni esistenziali in termini teologici e a darsi delle risposte organiche e consistenti.

PROGRAMMA DEL CORSO

1. Homo est capax Dei
2. Fides quaerens intellectum
3. La Rivelazione e le Sacre Scritture
4. Vangelo, storiografia, storia
5. Fede e ragione
6. Fede e scienza.

BIBLIOGRAFIA

Lettura e commento della “*Fides et Ratio*”;

Lettura e commento della “*Dei Verbum*”;

Dizionario interdisciplinare di scienza e fede. Cultura scientifica, filosofia e teologia, a cura di Giuseppe Tanzella-Nitti e Alberto Strumia, Urbaniana University Press e Città Nuova Editrice, Roma 2002 [<http://www.disf.org>].

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame finale orale.

AVVERTENZE

Il Corso verrà effettuato ciclicamente ogni due anni, alternato con il corso su “*Questioni di Teologia speculativa e dogmatica*” (Teologia 2).

L'insegnamento di *Introduzione alla Teologia e questioni di Teologia fondamentale* tace per gli aa.aa. 2012/2013, 2014/2015.

La prof.ssa Capuzzi riceve gli studenti prima le Lezioni nel suo studio.

2. - Questioni di teologia morale e pratica (3° anno)

PROF. MICHELE PISCHEDDA

OBIETTIVO DEL CORSO

Il corso si propone di presentare le principali questioni dell'etica cristiana, alla luce del Vangelo e dell'esperienza umana. Attenzione particolare viene riservata alla dimensione dell'etica della vita e all'etica socio-politico-economica.

PROGRAMMA DEL CORSO

PARTE PRIMA: IL SENSO DELL'AGIRE MORALE NELLA PROSPETTIVA CRISTIANA

1. Etica cristiana e contesto attuale
2. L'esperienza morale nella Bibbia attraverso i grandi codici:
 - Le Dieci Parole e l'Alleanza
 - Il Discorso della Montagna
 - Il comandamento dell'amore
3. Categorie fondamentali dell'agire morale:
 - Coscienza e libertà
 - Legge e virtù morali
 - Peccato e conversione

PARTE SECONDA: ELEMENTI DI UN'ETICA DELLA VITA

1. Nascere alla vita: dallo stupore di esistere ad un senso per il vivere
2. Incontrare l'amore: dalla sensazione al senso di amare
3. Vivere la morte: il paradosso di un compimento

PARTE TERZA: ELEMENTI DI UN'ETICA SOCIO-POLITICO-ECONOMICA

1. L'etica sociale nella storia della Teologia e nella Dottrina Sociale della Chiesa
2. Principi di etica sociale-politico-economica
3. Il lavoro umano
4. Edificare la Chiesa: ministerialità, corresponsabilità e collaborazione
5. Evangelizzazione e missione nei contesti della multiculturalità.

BIBLIOGRAFIA

J. RATZINGER - J. HABERMAS, *Etica, religione e stato liberale*, Morcelliana, Brescia, 2005.

J. RÖMELT, *Etica cristiana nella società moderna. 1. Fondamenti*, Queriniana, Brescia, 2011; o in alternativa A. FUMAGALLI, *L'eco dello Spirito. Teologia della coscienza morale*, Queriniana, Brescia, 2012.

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni in aula.

METODO DI VALUTAZIONE

Esame orale.

AVVERTENZE

Il Prof. p. Michele Pischedda C.O. riceve gli studenti dopo le lezioni o previo appuntamento (michele.pischedda@unicatt.it).

CORSI DI TEOLOGIA LAUREE MAGISTRALI

1. - Teologia (corso seminariale)

PROF. ANGELO MAFFEIS

PROGRAMMA DEL CORSO

Il seminario intende offrire una prima introduzione alla storia e ai temi trattati dal Concilio Vaticano II (1962-1965).

1. Introduzione: orientamenti della storiografia sul Vaticano II
2. L'annuncio e la preparazione del Concilio
3. I papi del Concilio: Giovanni XXIII e Paolo VI
4. Il rinnovamento della liturgia
5. La visione della chiesa e della sua missione
6. La parola di Dio e la chiesa
7. La chiesa e le chiese
8. La chiesa e le religioni non cristiane
9. La chiesa e il mondo.

BIBLIOGRAFIA

J. W. O'MALLEY, *Che cosa è successo nel Vaticano II*, Vita e Pensiero, Milano 2010.

O. H. PESCH, *Il Concilio Vaticano Secondo*, Queriniana, Brescia 2005.

DIDATTICA DEL CORSO

Dopo alcune lezioni introduttive, è prevista la discussione delle relazioni proposte dagli studenti sui temi previamente assegnati.

METODO DI VALUTAZIONE

Elaborato scritto.

AVVERTENZE

Il prof. Maffeis riceve gli studenti presso l'Istituto Superiore di Scienze Religiose (Via Musei 41) il martedì dalle ore 16.00 alle ore 17.00 (durante i periodi di lezione).

1. - Lingua francese

OBBIETTIVO DEL CORSO

Obiettivo dei corsi proposti dal SELdA (I° livello) è portare gli studenti al livello B1 SOGLIA definito dal “Quadro di Riferimento Europeo delle Lingue” come “*Uso indipendente della lingua*”, con le seguenti caratteristiche:

B1 «*Il parlante è in grado di capire i punti essenziali di un discorso, a condizione che venga usata una lingua chiara e standard e che si tratti di argomenti familiari inerenti al lavoro, alla scuola, al tempo libero, ecc. E' in grado di districarsi nella maggior parte delle situazioni linguistiche riscontrabili in viaggi all'estero. E' in grado di esprimere la sua opinione, su argomenti familiari e inerenti alla sfera dei suoi interessi, in modo semplice e coerente. E' in grado di riferire un'esperienza o un avvenimento, di descrivere un sogno, una speranza o un obiettivo e di fornire ragioni e spiegazioni brevi relative a un'idea o a un progetto*».

PROGRAMMA DEL CORSO

1. Studio della grammatica e della fonetica di base.

- Fonemi specifici del Francese.
- Interrogative.
- Presentativi.
- Espressioni corrispondenti a “c'è, ci sono”.
- Negazione.
- Congiunzioni di coordinazione e subordinazione di base (et, ou, mais, parce que).
- Articoli definiti, indefiniti e partitivi.
- Femminile e plurale nomi e aggettivi.
- Possessivi: aggettivi e pronomi.
- Dimostrativi: aggettivi e pronomi. Uso di cela / ça.
- Numeri.
- Pronomi personali, pronomi y e en.
- Pronomi relativi semplici.
- Avverbi di quantità e posizione degli avverbi con i tempi composti.
- Preposizioni semplici e articolate de et à.
- Principali espressioni di luogo e tempo.
- Comparativi e superlativi relativi.
- Tempi verbali dell'indicativo, il condizionale, il congiuntivo presente, l'imperativo.
- Verbi ausiliari e in –ER, -IR, -RE, -OIR.

- Principali verbi riflessivi.
 - Principali verbi impersonali.
 - Principali verbi irregolari.
 - Accordo del participio passato.
 - Gallicismi.
 - Verbi di movimento + infinito.
 - Verbi di opinione + indicativo o + infinito.
 - Uso del congiuntivo con i verbi impersonali e di volontà e/o desiderio.
 - Ipotesi.
2. *Acquisizione del vocabolario fondamentale per esprimersi nelle situazioni della vita quotidiana.*
- Salutations.
 - Pays et nationalités.
 - Études, professions et lieux de travail ou d'études.
 - Immeuble et appartement.
 - Anniversaire et fête.
 - Argent et modalités de paiement.
 - Magasins et achats.
 - Temps et météo.
 - Loisirs.
 - Famille et personnes (description physique et appréciations personnelles).
 - Vêtements, accessoires, artisanat et objets d'art.
 - Moyens de transport.
 - En ville et sur la route.
 - Actions de la journée.
 - Parcs naturels.
 - Hôtel et restaurants.
 - Repas, produits alimentaires les plus courants, marché et la table.
3. *Sviluppo delle competenze di lettura, ascolto e comprensione sulla base di supporti audiovisivi e multimediali.*

BIBLIOGRAFIA

I punti del programma sono contenuti in ogni manuale di lingua francese di livello 1 e in ogni grammatica.

In particolare il manuale e la grammatica adottati sono:

R. MÉRIEUX - Y. LOISEAU, *Latitudes 1*, Didier, 2008.

L. PARODI -M. VALLACCO, *Nouvelle Grammaire savoir-faire*, Avec activités lexicales, CIDEB (per principianti).

F. PONZI, *Carnet culture*, LANG Edizioni, 2010.

J. GAUTHIER - L. PARODI - M. VALLACCO, *Grammaire savoir-faire*, Niveau fauxdébutant/intermédiaire, CIDEB (per intermedi).

DIDATTICA DEL CORSO

Esercitazioni e attività di laboratorio.

METODO DI VALUTAZIONE

L' idoneità si ottiene al superamento sia di una prova scritta che di una prova orale. Lo svolgimento della prova orale è subordinato al superamento del test scritto.

AVVERTENZE

Gli appelli per ogni anno accademico saranno 7; 2 nella sessione estiva, 2 in quella autunnale e 3 nella straordinaria.

Superato il test scritto è necessario sostenere la prova orale nella stessa sessione, pena l'invalidazione dell'esame scritto.

L' idoneità si ottiene al superamento sia della prova scritta che della prova orale. Lo svolgimento della prova orale è subordinato al superamento del test scritto. L'iscrizione alla prova scritta si effettua tramite UC-Point o internet; lo statino deve essere conservato per la prova orale.

Durante l'esame non è consentito l'uso del vocabolario.

Test scritto (durata due ore):

- esercizi di comprensione orale: ascolto di due documenti in francese e risposta a domande a scelta multipla.
- esercizi di comprensione scritta: lettura di un testo o di vari testi brevi e risposta a domande a scelta multipla.
- esercizi di lingua : scegliere l'elemento o la parola corretta da inserire all'interno di frasi.
- esercizi di produzione scritta: redigere un messaggio personale, un breve testo in cui si può chiedere di esprimere la propria opinione / di presentare qualcuno / di raccontare / di descrivere qualcosa.

Colloquio orale

L'orale consiste in un colloquio di stile informale in lingua. Il candidato dovrà mostrare di saper sostenere una conversazione spontanea, su un argomento familiare, esprimendosi in modo semplice, ma comprensibile e sostanzialmente corretto. Il colloquio si articolerà in due momenti:

- presentazione del candidato in lingua;
- presentazione obbligatoria di un argomento connesso alla Francia che il candidato avrà preparato in modo autonomo e sulla base dei propri interessi, dimostrando di averlo approfondito tramite ricerche su internet o su altri mezzi di comunicazione. (L'argomento "Paris" è escluso!)

2. - Lingua inglese

OBIETTIVO DEL CORSO

Obiettivo dei corsi proposti dal SELdA (I° livello) è portare gli studenti al **livello B1 SOGLIA** definito dal “Quadro di Riferimento Europeo delle Lingue” come “*Uso indipendente della lingua*”, con le seguenti caratteristiche:

B1 «*Il parlante è in grado di capire i punti essenziali di un discorso, a condizione che venga usata una lingua chiara e standard e che si tratti di argomenti familiari inerenti al lavoro, alla scuola, al tempo libero, ecc. E' in grado di districarsi nella maggior parte delle situazioni linguistiche riscontrabili in viaggi all'estero. E' in grado di esprimere la sua opinione, su argomenti familiari e inerenti alla sfera dei suoi interessi, in modo semplice e coerente. E' in grado di riferire un'esperienza o un avvenimento, di descrivere un sogno, una speranza o un obiettivo e di fornire ragioni e spiegazioni brevi relative a un'idea o a un progetto*».

PROGRAMMA DEL CORSO

A) STUDIO DELLA GRAMMATICA E DELLA FONETICA DI BASE

1) SOSTANTIVI, DETERMINERS E PRONOMI

a) Sostantivi:

- sostantivi numerabili e non numerabili;
- sostantivi sia numerabili che non numerabili;
- sostantivi singolari invariabili;
- sostantivi plurali invariabili;

b) Determiners:

- articolo determinativo e indeterminativo;
- *all, both, each, every, neither (... nor), either (... or), some, any, no, (a) few, very few, (a) little, very little, plenty of, a great deal of, a lot of, lots of, much, many;*

c) Pronomi:

- pronomi personali;
- pronomi dimostrativi;
- pronomi riflessivi;
- pronomi relativi;
- pronomi interrogativi;
- pronomi interrogativi definiti e indefiniti: *who, whose,*

what, which;

- pronomi indefiniti;
- pronomi indefiniti composti con – *body, -one, -thing, -where;*
- *all, both, each, every*

2) AGGETTIVI E AVVERBI

- la morfologia di aggettivi e avverbi;
- aggettivi e avverbi che presentano la stessa forma
- Funzione attributiva e predicativa degli aggettivi;
- Aggettivi e participi in –*ing* ed –*ed*;
- il grado comparativo e superlativo di aggettivi e avverbi:
- forme regolari ed irregolari.

3) VERBI E AUSILIARI

- Verbi regolari ed irregolari;
 - la desinenza –*ing* e la forma in –*s*;
 - la forma del passato e il participio in –*ed*;
 - forma attiva e forma passiva del verbo.
- Verbi ausiliari:
 - forme e usi dei verbi *be, have, do*
- Forme e usi dei tempi verbali (verb tenses):
 - verbi di stato e verbi di azione;
 - *present simple* e *present progressive (continuous)*;
 - *past simple* e *past progressive (continuous)*;
 - *present perfect* e *present perfect progressive (continuous)*;
 - uso di espressioni avverbiali e preposizioni (*ago, yet, already, just, since, for, recently, lately, up to now, so far etc.*) con il *simple past* e/o il *present perfect*;
 - *past perfect* e *past perfect progressive*;
 - future: *will/shall* + infinito/ *be going to* + infinito; *future perfect*
- Modali:
 - significati, forme e uso dei verbi modali:
 - *can/could*;
 - *may/might*;
 - *must*;
 - *need, have to*;
 - *ought to/should*;
 - *will, would*;
 - *shall*;

- Proposizioni principali e subordinate:
 - secondarie ipotetiche (*if- clauses* di tipo zero, del I e del II tipo);
 - secondarie temporali introdotte da *after, before, once, since, when, etc.*):
 - secondarie concessive;
 - secondarie causali

4) PREPOSIZIONI

- preposizioni di
- tempo
- luogo (stato e moto);
- verbi/aggettivi/sostantivi reggenti preposizioni
- *as e like*

B) ACQUISIZIONE DEL VOCABOLARIO FONDAMENTALE RELATIVAMENTE ALLE SEGUENTI AREE TEMATICHE:

- *Living conditions*
- *Social relationships*
- *Friendship*
- *Likes and dislikes*
- *Occupations*
- *Education*
- *The arts*
- *The media*
- *Science and technology*
- *Health*
- *Sports and hobbies*
- *Travel and tourism*
- *Shopping*
- *Food and restaurants*
- *Weather*
- *Our environment and the natural world*

C) SVILUPPO DELLE COMPETENZE COMUNICATIVE RICETTIVE E PRODUTTIVE (ascolto, lettura, produzione scritta e orale)

N.B.: Come da avviso pubblicato sulla bacheca del Selda, lo studente potrà esercitarsi sui contenuti relativi ai punti A, B e C del programma anche in modalità di auto-apprendimento mediante la frequenza ai laboratori linguistici (laboratorio

linguistico Rossi e laboratorio multimediale). L'orario dei laboratori è consultabile sulla pagina web del Selda sede di Brescia.

BIBLIOGRAFIA

a) GRAMMATICA DI RIFERIMENTO (PER TUTTI I LIVELLI)

- A. GALLAGHER-F. GALUZZI, *Activating Grammar Digital Edition (Student's Pack)*, Pearson Longman.
- E. UNGARI, *Words and Functions: Communicating in English*, EduCatt, Milano 2010.

b) LIBRI DI CORSO

- Livello Principiante
MyLanguageLeaderLab Coursebook CD-ROM (MyLab Access Card Pack), Pre-Intermediate, Pearson Longman.
- Livello Intermedio
Language Leader Intermediate (Coursebook and CD-ROM + Workbook with Audio CD and Key), Pearson Longman.

N.B. Ulteriori indicazioni bibliografiche per ciascun livello verranno comunicate all'inizio delle lezioni e pubblicate sulla pagina web del Selda. Si pregano pertanto i Sigg. Studenti di prendere visione di tali informazioni e di contattare i docenti di riferimento.

STUDENTI NON FREQUENTANTI: Si pregano gli studenti non frequentanti di prendere contatto con la dott.sa Piotti (sonia.piotti@unicatt.it) all'inizio dell'anno accademico.

c) PROVA ORALE

-A. REDAELLI-D. INVERNIZZI, *Eyewitness: a CLIL-oriented approach to culture (with CD Audio and DVD)*, Pearson Longman.

Il volume contiene letture e brani riguardanti alcuni aspetti della civiltà dei paesi di lingua inglese (Sezione *Countries*) e altri aspetti di interesse più generale (Sezioni *Past and Present Issues*, *Environment and ecology*, *The Mag*). Il candidato è tenuto a presentarsi alla prova orale con una serie di letture a scelta tratte dal testo sia dalla sezione i) *Countries* sia dalla sezione ii) *Past and Present Issues/Environment and ecology/The Mag*, come segue:

i) *Countries* (il candidato deve scegliere una tra le seguenti opzioni):

- Section 4: Europe: UK (pp. 22-35) + Section 5: Europe: Ireland (pp. 36-43), oppure
- Section 7: Americas: USA (pp. 50-65), oppure
- Section 11: Asia (pp. 96-105) + Section 14: Oceania: Australia (pp. 122-129), oppure
- Section 12: Africa (pp. 106-115) + Section 16: Hungry Planet + Section 17: Thirsty Planet.

ii) *Past and Present Issues/Environment and ecology/The Mag* (unitamente a una delle opzioni al punto i), il candidato deve scegliere una tra le opzioni di seguito riportate):

- Section 3: Human Rights (pp. 18-21), oppure
- Section 6: Adventures (pp. 44-49), oppure
- Section 9: On the Move (pp. 74-79), oppure
- Section 13: Markets (pp. 116-121), oppure
- Section 15: Peace and War (pp. 130-133), oppure
- Section 18: The Poetry of Architecture (pp. 142-145), oppure
- Un argomento a scelta della Section 10: The Mag

(Per le modalità della prova orale si veda il punto b) delle AVVERTENZE)

In caso di dubbio rivolgersi ai docenti: Elena Ungari (elena.ungari@unicatt.it), Sonia Piotti (sonia.piotti@unicatt.it), Dermot Costello (dermot.costello@unicatt.it).

DIDATTICA DEL CORSO

Lezioni frontali con esercitazioni e attività di laboratorio.

METODO DI VALUTAZIONE

L'idoneità si ottiene al superamento sia di una prova scritta sia di una prova orale. Lo svolgimento della prova orale è subordinato al superamento del test scritto.

AVVERTENZE

Gli appelli per ogni anno accademico saranno 7; 2 nella sessione estiva, 2 in quella autunnale e 3 nella straordinaria.

Superato il test scritto è necessario sostenere la prova orale nella **stessa sessione**, pena l'invalidazione dell'esame scritto.

a) PROVA SCRITTA

L'iscrizione alla prova scritta si effettua tramite UC-Point o internet; lo statino deve essere conservato per la prova orale.

Durante l'esame non è consentito l'uso del vocabolario.

La prova scritta è composta da 3 parti: Listening, Reading, Use of English, ed è completamente informatizzata.

b) PROVA ORALE

Il candidato deve dimostrare di sapere sostenere una conversazione sui contenuti delle letture effettuate. Relativamente alle letture riportate ai punti ii) della sezione c) PROVA ORALE, al candidato è richiesto di preparare uno schema (NON a penna o matita) dell'argomento scelto da presentare all'orale. La prova d'esame orale si svolge a coppie

di studenti. In sede di esame, a ciascuno candidato sarà richiesto di esporre l'argomento dell'unità scelta, di ascoltare l'esposizione del contenuto dell'unità scelta dal partner e di sapere formulare domande sulla base dell'esposizione data.

In caso di dubbio rivolgersi ai docenti: Elena Ungari (elena.ungari@unicatt.it), Sonia Piotti (sonia.piotti@unicatt.it), Dermot Costello (dermot.costello@unicatt.it).

3. - Lingua spagnola

PROGRAMMA DEL CORSO

Il Corso si articola nel seguente modo:

a) Studio della grammatica di base:

- Fonética y ortografía.
- Artículos determinados e indeterminados. Forma y uso.
- Género y número de nombres y adjetivos.
- Pronombres: personales sujeto, reflexivos, complemento directo, indirecto e interrogativos.
- Adjetivos y pronombres: posesivos, demostrativos, indefinidos, relativos e interrogativos.
- Diferencia entre: *hay / está* (n).
- Verbos reflexivos, pronominales e impersonales.
- Números cardinales y ordinales.
- Muy/mucho.
- Comparativos y superlativos.
- Diferencia entre *ser/estar*.
- Principales verbos regulares e irregulares.
- Tiempos verbales del Indicativo: Presente, Pretérito imperfecto, Pretérito perfecto compuesto, Pretérito indefinido, Pretérito pluscuamperfecto, Futuro y Condicional.
- El Imperativo (afirmativo y negativo). Imperativo + pronombres.
- Perífrasis: *Ir a + infinitivo; Haber/tener + que + infinitivo; Deber + infinitivo; Volver a / acabar de + infinitivo; Estar a punto de + infinitivo. Estar + gerundio.*
- Adverbios de lugar, tiempo, modo, cantidad, etc.
- Principales preposiciones y conjunciones.
- Diferencias gramaticales básicas entre el español y el italiano.

b) Acquisizione del vocabolario fondamentale per esprimersi nelle situazioni di vita quotidiana

- Saludos, despedidas y presentaciones.
- Países y nacionalidades.
- La familia y la descripción de personas.
- Profesiones y lugares de trabajo.
- Partes del día y acciones habituales. Expresiones de frecuencia.

- La casa (descrizione de le partez, mobiliario y objetos).
- La ciudad. Nombres de establecimientos y lugares públicos. Indicadores de dirección.
- Ropa (prendas de vestir, tallas y colores).
- Partes del cuerpo.
- Alimentos y bebidas.
- Actividades del tiempo libre y lugares de ocio.
- Días de la semana, meses del año y estaciones.
- Tiempo atmosférico.
- Viajes y servicios.
- Medios de transporte.
- Medio ambiente.
- Marcadores temporales de pasado y futuro.
- Aficiones y deportes.
- Principales “falsos amigos” entre el español y el italiano.

d) *Sviluppo delle competenze di espressione orale, lettura, ascolto e comprensione con l'ausilio di supporti audiovisivi e multimediali.*

BIBLIOGRAFIA

Testo adottato a lezione

- O. BALBOA SÁNCHEZ - R. GARCÍA PRIETO – M. PUJOL VILA, *¡A bordo! I*, Método de español para italianos, Ed. ELI-SGEL, 2010.

Testi facoltativi e/o consigliati

- G. BOSCAINI, *Sin duda*, Grammatica della lingua spagnola. Versione contrastiva, CIDEB, Genova, 2010.
- F. CASTRO, *Uso de la gramática española*, Nivel elemental. Nueva edición. Edelsa, Madrid, 2010.
- AA.VV., *Gramática básica del estudiante de español*, Ed. Difusión, Madrid, 2005.

Dizionari consigliati

- L. TAM, *Dizionario Italiano-Spagnolo / Spagnolo- Italiano*, Hoepli, Milano, 1997.
- C. MALDONADO GONZÁLEZ (DIR.), *CLAVE: DICCIONARIO DE USO DEL ESPAÑOL ACTUAL*, SM, MADRID, 1999.

AVVERTENZE

Gli studenti sono invitati a consultare sul *sito del SeLdA* o sulle *bacheche* le comunicazioni relative al test di ingresso, alla suddivisione in gruppi, allo svolgimento dei corsi e delle prove di idoneità.

Tutti i corsi attivati di Lingua Spagnola sono semestrali e prevedono una durata complessiva di 100 ore ripartite in esercitazioni d’aula e di laboratorio linguistico (Centro per l’autoapprendimento - CAP).

Alla prova scritta e orale si richiederà una competenza comunicativa *in spagnolo* (atti di parola in contesto) e non la compilazione di esercizi di grammatica. Pertanto si consiglia *vivamente di frequentare i corsi e di integrare la preparazione* presso il Centro per l' Autoapprendimento, dove vi sono postazioni audio-video computerizzate e materiale didattico ed è possibile costruire percorsi personalizzati con il consiglio di un consulente linguistico reperibile settimanalmente.

Descrizione della prova di idoneità: la prova consiste in un test scritto e un colloquio orale a cui si è ammessi previo superamento del test scritto.

Test scritto (durata: 90 minuti)

Il test scritto è composto da due parti principali:

– **Parte di comprensione scritta:**

– Lettura e comprensione di diversi testi in lingua con verifica attraverso esercizi di risposte vero o falso e brevi testi con risposta a scelta multipla.

– **Parte di “coscienza comunicativa”** divisa a sua volta in due parti:

– esercizi di lessico, nei quali lo studente dovrà dimostrare di conoscere (tramite esercizi con risposta a scelta multipla) non solo il vocabolario fondamentale ma anche i diversi aspetti contrastivi tra lo spagnolo e l'italiano (i cosiddetti “falsi amici”).

– esercizi riguardanti forme linguistiche in contesto: lo studente dovrà essere in grado di applicare i diversi elementi grammaticali inseriti in un contesto determinato sempre tramite esercizi con risposta a scelta multipla.

Non è consentito l'uso del dizionario.

Prova orale

Il candidato dovrà dimostrare di saper sostenere una conversazione interagendo con l'insegnante e un altro candidato su un argomento familiare, esprimendosi in modo semplice ma comprensibile e sostanzialmente corretto circa una situazione di vita quotidiana. Il colloquio si svolgerà nel seguente modo:

– presentazione del candidato;

– conversazione/interazione con un altro candidato tramite la simulazione di una situazione immaginaria di comunicazione oppure la esposizione di un argomento proposto dall'insegnante.

Nella valutazione, si verificherà non solo la capacità e qualità produttiva del linguaggio orale ma anche la capacità di comprensione auditiva da parte del candidato.

Si consiglia di verificare eventuali aggiornamenti del programma e della relativa bibliografia alla fine dei corsi.

Gli insegnanti ricevono al termine delle lezioni.

4. - Lingua tedesca

OBIETTIVO DEL CORSO

Obiettivo dei corsi proposti dal SELdA (I° livello) è portare gli studenti al **livello B1**

SOGLIA definito dal “Quadro di Riferimento Europeo delle Lingue” come “*Uso indipendente della lingua*”, con le seguenti caratteristiche:

B1 «Il parlante è in grado di capire i punti essenziali di un discorso, a condizione che venga usata una lingua chiara e standard e che si tratti di argomenti familiari inerenti al lavoro, alla scuola, al tempo libero, ecc. E' in grado di districarsi nella maggior parte delle situazioni linguistiche riscontrabili in viaggi all'estero. E' in grado di esprimere la sua opinione, su argomenti familiari e inerenti alla sfera dei suoi interessi, in modo semplice e coerente. E' in grado di riferire un'esperienza o un avvenimento, di descrivere un sogno, una speranza o un obiettivo e di fornire ragioni e spiegazioni brevi relative a un'idea o a un progetto».

PROGRAMMA DEL CORSO

1. Acquisizione e sviluppo delle competenze comunicative ricettive (ascoltare e leggere) e produttive (parlare e scrivere) attraverso attività sia guidate sia autonome, relative a situazioni rilevanti nell'esperienza quotidiana. Durante le lezioni sarà dato particolare peso alla comunicazione a coppie e in piccoli gruppi. Gli studenti impareranno a utilizzare le strutture linguistiche in autentici contesti d'uso mediante testi tipici della lingua scritta e orale. Il corso prevede anche lo sviluppo delle abilità fonetiche. Per le attività autonome sono disponibili materiali audiovisivi in laboratorio.
2. Acquisizione del lessico fondamentale relativo ai seguenti ambiti tematici:
 - Presentarsi
 - Parlare di sé e di terzi
 - Lingue e nazionalità
 - Università, scuola e lavoro
 - Casa e arredamento
 - Famiglia
 - Routine quotidiana
 - Media e informazione
 - Ambiente ed ecologia
 - Viaggi, sport e tempo libero
 - Cultura, feste e tradizioni
 - Abbigliamento
 - Tempo atmosferico
 - Salute e alimentazione
 - Interagire nei principali luoghi pubblici (al ristorante, al supermercato, in Hotel, all'aeroporto, in un negozio, in vacanza, ecc.)

3. Conoscenza e uso attivo delle principali strutture morfosintattiche della lingua tedesca:

- Struttura della frase principale e secondaria
- Declinazione di sostantivi e di articoli, aggettivi possessivi, pronomi e aggettivi (nominativo, dativo, accusativo, genitivo)
- Coniugazione dei principali verbi regolari e irregolari (tempi verbali: *Präsens, Perfekt, Präteritum, Futur I, Imperativ, Konjunktiv I und II, Passivform*)
- I verbi modali
- Principali preposizioni con dativo, accusativo, genitivo
- Connettori.

BIBLIOGRAFIA

Testo adottato:

Delfin Italia 1 e 2 (Edizione italiana in due volumi, lezioni 1-20). Libro di testo con CD audio e libro degli esercizi. Hueber, München, ISBN 978-88-00-29901-5 e 978-88-00-29902-2.

- Durante le lezioni verrà distribuito materiale integrativo circa i principali ambiti tematici in programma.

Grammatiche consigliate:

- MARION WEERNING - MARIO MONDELLO, *Dies und Das. Grammatica di tedesco. Con esercizi*, Black Cat-Cideb 2004.

- RUSCH PAUL - SCHMITZ HELEN, *Einfach Grammatik. Übungsgrammatik Deutsch A1 bis B1*, Langenscheidt 2008.

Dizionari consigliati

Dizionario Italiano-Tedesco/Tedesco-Italiano, Paravia, 2001.

oppure

Dizionario Italiano-Tedesco/Tedesco-Italiano, Sansoni, Firenze.