

SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI

PIANI DI STUDIO E PROGRAMMI DEI CORSI

Sede di Brescia, anno accademico 2001 / 2002



UNIVERSITÀ CATTOLICA
DEL SACRO CUORE

UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE
25121 BRESCIA - Via Trieste, 17

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

Nuovo ordinamento

Laurea in Matematica
Laurea in Matematica e informatica per le applicazioni aziendali
Laurea in Fisica - Curriculum: Fisica
- Curriculum: Fisica del territorio e
dell'ambiente
Laurea in Fisica e informatica per le telecomunicazioni
Laurea in Informatica
Laurea in Scienze per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile

Vecchio ordinamento

Laurea in Matematica
Laurea in Fisica

ANNO ACCADEMICO 2001/2002

VITA E PENSIERO

DIRITTO ALLO STUDIO

In Università Cattolica l'attuazione del diritto allo studio si realizza attraverso i seguenti interventi:

- * *Borse di studio*
- * *Contributi straordinari*
- * *Prestiti d'onore*
- * *Esonero totale e parziale dal pagamento delle tasse e contributi universitari*
- * *Fondi finalizzati*
- * *Premi di studio*
- * *Borse di studio istituite da privati*
- * *Orientamento*
- * *Tutorato*
- * *Collegi Universitari*
- * *Mense*
- * *Assistenza sanitaria*
- * *Servizi editoriali e librari, culturali e turistici*
- * *Servizi informatici*
- * *Collaborazione a tempo parziale degli studenti*

Gli studenti potranno ritirare i bandi e gli opuscoli relativi alle voci di cui sopra presso gli Uffici dell'I.S.U. (Istituto per il diritto allo studio universitario) di Largo Gemelli 1 per la sede di Milano, Via Trieste 17 per la sede di Brescia, di Via dell'Anselma 7 per la sede di Piacenza, cui vanno indirizzate anche le richieste di informazioni.

Tra i servizi del diritto allo studio si segnala la significativa presenza di numerosi collegi presso le varie sedi dell'Università Cattolica.

INDICE

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

1. PRESENTAZIONE DELLA FACOLTÀ pag. 7
2. PIANI DI STUDIO pag. 13

Il nuovo percorso degli studi

I nuovi corsi di laurea in Matematica e Fisica (secondo l'ordinamento

- riformato) pag. 15
- Corso di laurea in Matematica pag. 19
 - Corso di laurea in Matematica e informatica per le applicazioni aziendali .. pag. 23
 - Corso di laurea in Fisica pag. 27
 - Corso di laurea in Fisica e informatica per le telecomunicazioni pag. 34
 - Corso di laurea in Informatica pag. 39
 - Corso di laurea in Scienze per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile pag. 43

Corsi di laurea antecedenti la riforma universitaria

- Laurea in Matematica (quadriennale - vecchio ordinamento) pag. 48
- Laurea in Fisica (quadriennale – vecchio ordinamento) pag. 53
- Piani di studio pag. 54

PROGRAMMI DEI CORSI

Insegnamenti

1. Algebra (1° e 2° unità): Prof. MARIA CLARA TAMBURINI pag. 61
2. Algebra lineare (1 unità): Prof. SILVIA Pianta pag. 62
3. Algebra superiore (un modulo): Prof. ANDREA LUCCHINI pag. 62
4. Analisi funzionale: Prof. RINALDO COLOMBO pag. 63
5. Analisi matematica (1° e 2° unità): Prof. MARCO MARZOCCHI pag. 63
6. Analisi matematica (3° unità): Prof. MARCO DEGIOVANNI pag. 64
7. Analisi matematica II (1°, 2°, 3° unità): Prof. MARCO DEGIOVANNI pag. 64

8. Analisi numerica (I modulo-1° unità): Prof. MAURIZIO PAOLINI	pag. 65
9. Analisi numerica (II modulo-2° unità): Prof. MAURIZIO PAOLINI	pag. 66
10. Analisi superiore (I e II modulo): Prof. ROBERTO LUCCHETTI	pag. 67
11. Approfondimenti di analisi II (1 unità): Prof. MARCO DEGIOVANNI	pag. 67
12. Approfondimenti di geometria II (1 unità): Prof. SILVIA PIANTA	pag. 67
13. Architettura degli elaboratori (1° unità): Prof. PAOLO GERARDINI	pag. 68
14. Astrofisica (un modulo): Prof. GIANCARLO CAVALLERI	pag. 68
15. Biologia:	pag. 68
16. Chimica (1 unità): Prof. LAURA DEPERO	pag. 68
17. Chimica generale ed inorganica: Prof. LIDIA ARMELAO	pag. 69
18. Chimica-fisica (I e II modulo): Prof. LAURA DEPERO	pag. 71
19. Complementi di analisi matematica (1 unità): Prof. MARCO DEGIOVANNI	pag. 71
20. Complementi di geometria (1 unità): Prof. SILVIA PIANTA	pag. 71
21. Dinamica dei sistemi di particelle (1 unità): Prof. MASSIMO SANCROTTI	pag. 71
22. Economia dell'ambiente (1 unità): Prof. STEFANO PAREGLIO	pag. 72
23. Elementi di geofisica:	pag. 73
24. Elementi di meccanica newtoniana (1 unità): Prof. MASSIMO SANCROTTI	pag. 73
25. Elettrodinamica e onde: Prof. GABRIELE FERRINI	pag. 74
26. Elettromagnetismo (1° unità): Prof. FAUSTO BORGONOVÌ	pag. 75
27. Elettromagnetismo (2° unità): Prof. FAUSTO BORGONOVÌ	pag. 76
28. Esperimentazioni di fisica III (I e II modulo): Prof. LUIGI SANGALETTI	pag. 77
29. Fisica (1 unità): Prof. ANTONIO BALLARIN DENTI	pag. 79
30. Fisica dei biosistemi (I modulo): Prof. MARCO COMPIANI	pag. 79
31. Fisica dell'ambiente (I e II modulo): Prof. ANTONIO BALLARIN DENTI	pag. 80
32. Fisica dell'atmosfera (un modulo): Prof. MAURIZIO MAUGERI	pag. 82
33. Fisica delle superfici (I e II modulo): Prof. MASSIMO SANCROTTI	pag. 83
34. Fisica dello stato solido (I modulo): Prof. MARCO FINAZZI	pag. 84
35. Fisica dello stato solido (II modulo):	pag. 86
36. Fisica generale II: Prof. FAUSTO BORGONOVÌ	pag. 86
37. Fluidodinamica (I modulo): Prof. MARCO PILOTTI	pag. 86
38. Fondamenti della matematica (un modulo): Prof. ANTONINO VENTURA	pag. 88
39. Fondamenti dell'informatica (I e II modulo): Prof. GIOVANNA GAZZANIGA	pag. 89
40. Fondamenti dell'informatica (1 unità):	pag. 91
41. Fondamenti di informatica (1°, 2° unità): Prof. GIOVANNA GAZZANIGA	pag. 91
42. Fondamenti di informatica (3°, 4° unità): Prof. GIOVANNI SACCHI	pag. 92
43. Geometria I (1°, 2° unità): Prof. SILVIA PIANTA	pag. 92
44. Geometria (3 unità): Prof. BRUNO BIGOLIN	pag. 46
45. Geometria II (1° unità): Prof. BRUNO BIGOLIN	pag. 46
46. Geometria II (2°, 3° unità): Prof. SILVIA PIANTA	pag. 46
47. Geometria superiore (I e II modulo): Prof. BRUNO BIGOLIN	pag. 94
48. Inglese (1 unità):	pag. 94
49. Inglese tecnico-scientifico (1 unità):	pag. 94
50. Intelligenza artificiale (I e II modulo): Prof. GERMANO RESCONI	pag. 95
51. Istituzioni di algebra superiore (I e II modulo): Prof. MARIA CLARA	

TAMBURINI	pag. 95
52. Istituzioni di analisi superiore (I modulo): Prof. MARCO DEGIOVANNI	pag. 96
53. Istituzioni di analisi superiore (II modulo): Prof. MAURIZIO PAOLINI	pag. 97
54. Istituzioni di fisica matematica (I modulo): Prof. CLAUDIO GIORGI	pag. 97
55. Istituzioni di fisica matematica (II modulo): Prof. CARLO BANFI	pag. 98
56. Istituzioni di fisica nucleare e subnucleare (I e II modulo): Prof. GIUSEPPE NARDELLI	pag. 99
57. Istituzioni di fisica teorica (I e II modulo): FRANCO DALFOVO	pag. 100
58. Istituzioni di geometria superiore (I modulo): Prof. BRUNO BIGOLIN	pag. 102
59. Istituzioni di geometria superiore (II modulo): Prof. CLAUDIO PERELLI CIPPO	pag. 102
60. Laboratorio di biologia (1 unità):	pag. 102
61. Laboratorio di chimica generale ed inorganica:	pag. 102
62. Laboratorio di elettromagnetismo (1 unità): Prof. LUCIA HUET DE SALVO	pag. 103
63. Laboratorio di elettronica (I e II modulo): Prof. ENRICO ZAGLIO	pag. 103
64. Laboratorio di fisica (1°, 2°, 3° unità): Prof. GIANLUCA GALIMBERTI	pag. 105
65. Laboratorio di fisica dell'ambiente (un modulo): Prof. MAURIZIO MAUGERI ...	pag. 105
66. Laboratorio di fisica terrestre (un modulo): Prof. GIANFRANCO BERTAZZI	pag. 105
67. Laboratorio di fondamenti d'informatica (1 unità): Prof. CRISTINA AVRELLA .	pag. 106
68. Laboratorio di ottica (1 unità): Prof. LUCIA HUET DE SALVO	pag. 106
69. Laboratorio linguistico:	pag. 107
70. Logica matematica (un modulo): Prof. RUGGERO FERRO	pag. 107
71. Matematica (1° e 2° unità): Prof. FRANCO PASQUARELLI	pag. 108
72. Matematica finanziaria (I e II modulo): Prof. FRANCESCO MARIA PARIS	pag. 108
73. Matematiche complementari (I e II modulo): Prof. MARIO MARCHI	pag. 110
74. Meccanica analitica (1 unità): Prof. CARLO BANFI	pag. 111
75. Meccanica analitica con elementi di meccanica statistica (1 unità): Prof. CARLO BANFI	pag. 111
76. Meccanica analitica con elementi di meccanica statistica (2 unità): Prof. CARLO BANFI	pag. 111
77. Meccanica razionale: Prof. CARLO BANFI	pag. 111
78. Meccanica statistica (I modulo): Prof. FAUSTO BORGONOVÌ	pag. 112
79. Metodi computazionali della fisica (un modulo): Prof. MAURIZIO PAOLINI	pag. 114
80. Metodi di approssimazione (un modulo): Prof. MAURIZIO PAOLINI	pag. 114
81. Metodi e modelli matematici per le applicazioni (una unità): Prof. ALFREDO MARZOCCHI	pag. 115
82. Metodi e modelli per l'organizzazione e la gestione (un modulo): Prof. LORENZO SCHIAVINA	pag. 115
83. Metodi matematici della fisica (I modulo): Prof. MARCO DEGIOVANNI.	pag. 116
84. Metodi matematici della fisica (II modulo): Prof. MARCO DEGIOVANNI	pag. 116
85. Misure elettriche (1 unità): Prof. LUCIA HUET DE SALVO	pag. 117
86. Modelli matematici per i mercati finanziari (1 unità): Prof. FRANCESCO MARIA PARIS	pag. 117
87. Processi stocastici (1 unità): Prof. FRANCESCO MARIA PARIS	pag. 117

88. Relatività (un modulo): Prof. GIANCARLO CAVALLERI	pag. 117
89. Reti informatiche e multimedialità:	pag. 118
90. Ricerca operativa: Prof. LORENZO SCHIAVINA	pag. 118
91. Sistemi di elaborazione dell'informazione (I e II modulo): Prof. GIOVANNI SACCHI	pag. 118
92. Sistemi operativi (1 unità): Prof. GIOVANNI SACCHI	pag. 120
93. Statistica:	pag. 120
94. Statistica matematica (I e II modulo):	pag. 120
95. Storia delle matematiche (I e II modulo): Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO	pag. 120
96. Struttura della materia (I e II modulo): Prof. FULVIO PARMIGIANI	pag. 121
97. Teoria dei sistemi (1 unità): Prof. GERMANO RESCONI	pag. 121
98. Teoria delle reti (1 e 2 unità): Prof. DANIELE TESSERA	pag. 121
99. Termodinamica (1 unità): Prof. MASSIMO SANCROTTI	pag. 121

Corsi di Introduzione alla Teologia

1° anno di corso: Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO	pag. 123
2° anno di corso: Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO	pag. 125
3° anno di corso: Prof. RENATO FALISELLI	pag. 126

PRESENTAZIONE DELLA FACOLTÀ

Corsi attivati

Con l'avvio della riforma universitaria e delle lauree di primo livello triennali, i corsi della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali sono stati ripensati attenendosi ai seguenti criteri: mantenere un ottimo livello di preparazione di base; individuare alcuni percorsi formativi professionalizzanti che costituiscano un'apertura delle scienze alle specifiche esigenze della società attuale.

Per l'anno accademico 2001/2002 vengono così attivati i seguenti corsi di laurea di primo livello:

- **Matematica** (primo e secondo anno)
- **Matematica e informatica per le applicazioni aziendali** (primo e secondo anno)
- **Fisica**, con curriculum in “Fisica” e in “Fisica del territorio e dell'ambiente” (primo e secondo anno)
- **Fisica e informatica per le telecomunicazioni** (primo e secondo anno)
- **Informatica** (primo anno)
- **Scienze per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile**, con curriculum in “Misure e modelli per l'ambiente” e in “Strumenti di gestione per lo sviluppo” (primo anno)

Rimangono inoltre attivati il secondo, terzo e quarto anno del corso di laurea quadriennale in **Matematica** e il terzo e quarto anno del corso di laurea quadriennale in **Fisica**, per gli studenti che intendono proseguire gli studi con l'ordinamento vigente prima della riforma.

In futuro si prevede inoltre di attivare anche le lauree specialistiche (biennali) in Matematica e in Fisica.

Le regole comuni per le lauree del nuovo ordinamento

Durata normale. Per conseguire la laurea di primo livello, 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.

Attività formative. Il corso di laurea si articola in attività formative. Queste possono corrispondere ad insegnamenti di discipline di base, caratterizzanti, affini e integrative, o a scelta dello studente. Altre attività sono costituite dall'apprendimento della lingua inglese, ulteriori conoscenze linguistiche, abilità informatiche e relazionali, tirocini ed altro. È prevista anche una prova finale. A ciascuna di tali attività viene attribuito un certo numero di crediti formativi. L'elenco completo delle attività e dei crediti per ciascun corso di laurea è contenuto nel regolamento didattico del corso di studio ed è anche riportato nei piani di studio. Oltre alle attività previste dai piani di studi per ogni corso di laurea, lo studente è tenuto a sostenere due esami di Introduzione alla Teologia.

Crediti formativi e impegno dello studente. Ogni credito 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 (il 55% per il corso in Scienze per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile). Per tutte le attività formative che prevedono lezioni ed esercitazioni in aula, le ore di didattica frontale per ogni credito sono circa 8, e comunque non superiori a 10. Le esercitazioni hanno carattere di studio guidato e mirano a sviluppare le capacità dello studente nel risolvere problemi ed esercizi. Per le attività 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 crediti comportano una valutazione finale espressa da un'apposita commissione, 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 alcune eccezioni (conoscenza della lingua inglese, stage, abilità informatiche e telematiche, ecc.) per le quali si useranno i due gradi: “approvato” o “non approvato”.

Unità di insegnamento. Alcune attività sono suddivise in unità, che possono essere valutate separatamente oppure per gruppi di unità consecutive. Unità con lo stesso nome sono propedeutiche nel senso che le valutazioni finali e le assegnazioni dei relativi crediti devono avvenire nell’ordine stabilito. Altre propedeuticità possono essere stabilite nel Manifesto degli studi.

Attività svolte all’esterno. Su richiesta dello studente e con l’approvazione del Consiglio di Facoltà, alcune attività formative possono essere svolte anche all’esterno dell’università, come 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. 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, consiste nella discussione di un breve elaborato scritto, che viene preparato dallo studente, con la guida di un relatore, e presentato ad un’apposita commissione. 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.

Gli obiettivi e le attività specifiche

I vari corsi di laurea si differenziano per gli obiettivi formativi qualificanti e per le attività formative proposte. Obiettivi ed elenchi di attività sono scritti nel regolamento didattico di ciascun corso di studio e sono anche riportati nei piani di studio.

Informazioni disponibili in rete

Altre informazioni sulla Facoltà di Scienze, i corsi di laurea, l'elenco degli insegnamenti attivati, i docenti, il calendario, i programmi dettagliati dei corsi (resi disponibili, mano a mano, dai singoli docenti), ed altro materiale utile, si trovano in rete all'indirizzo seguente:

<http://dmf.unicatt.it/istituzioni/facolta/scienze.html>

oppure nelle pagine del Dipartimento di Matematica e Fisica, all'indirizzo

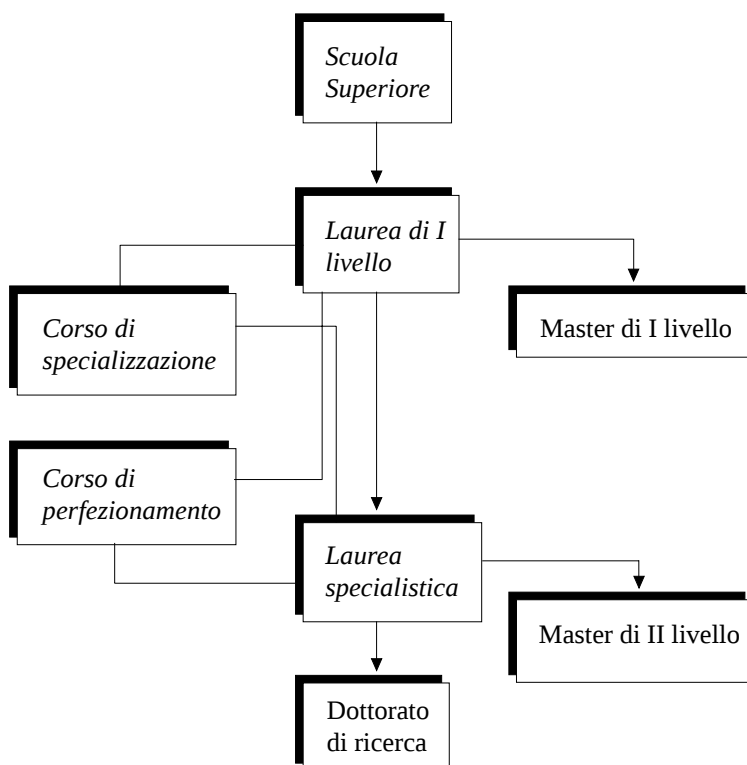
<http://dmf.unicatt.it/>

PIANI DI STUDIO

Il nuovo percorso degli studi

Introduzione

Con l'anno accademico 2001-2002 l'Università cambia volto: i corsi di laurea così come li abbiamo conosciuti fino ad oggi scompariranno per lasciare posto ai nuovi percorsi formativi di diversa durata che porteranno al conseguimento di lauree triennali e di lauree specialistiche. A tali corsi si affiancano altre opportunità di formazione.



Laurea di primo livello

I corsi di laurea di I livello sono istituiti all'interno di 42 classi che li raggruppano in base a obiettivi formativi comuni.

La laurea di I livello prevede normalmente 3 anni di studio ed 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 decidendo di iniziare un lavoro, oppure si può continuare il percorso con la successiva laurea specialistica. Tale corso attribuisce 180 crediti.

Laurea specialistica

I corsi di laurea specialistica sono istituiti all'interno di 104 classi che li raggruppano in base a obiettivi formativi comuni.

La laurea specialistica prevede normalmente 2 anni di studio ed ha come obiettivo quello di fornire una formazione di livello avanzato per poter esercitare attività molto qualificate in ambiti specifici. Tale corso attribuisce 120 crediti.

Master

È un'ulteriore possibilità per incrementare la formazione. Si può conseguire il titolo o dopo la laurea di primo livello o dopo la laurea specialistica e prevede un anno di studio. Tale corso attribuisce 60 crediti.

Corso di perfezionamento

È un corso di approfondimento e di aggiornamento scientifico per il miglioramento della propria professionalità. L'università può promuovere corsi anche in collaborazione con altri enti e istituzioni.

Dottorato di ricerca

È un percorso destinato soprattutto a chi vorrà intraprendere la carriera accademica. Si può conseguire solo dopo la laurea specialistica e prevede 3 o 4 anni di studio.

LE CLASSI DISCIPLINARI.

Con l'approvazione dei decreti d'area sono state istituite le classi disciplinari che ricomprendono tutti i corsi di studio dello stesso livello.

Le classi sono fissate a livello nazionale e sono comuni a tutti gli atenei. Nell'ambito di queste classi ogni università potrà istituire una serie di corsi di laurea di I livello e corsi di laurea specialistici di cui stabilirà in parte i

programmi e in modo totalmente autonomo le denominazioni. Il confronto tra i vari corsi offerti dovrà quindi essere fatto anche con riferimento alla classe richiamata.

IL CREDITO FORMATIVO.

Il credito è una unità di misura della quantità di lavoro richiesta agli studenti per svolgere le attività di apprendimento sia in aula sia “a casa” come studio individuale.

Un credito formativo corrisponde a 25 ore di impegno. La quantità di lavoro che uno studente deve svolgere mediamente in un anno è fissata convenzionalmente in 60 crediti formativi.

I crediti non sostituiscono il voto dell'esame.

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

Introduzione alla teologia

Natura e finalità

L'Università Cattolica, per i corsi di laurea di I livello, richiede allo studente di sostenere due esami di Introduzione alla teologia, in aggiunta agli esami previsti dal piano di studi.

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

Ciò nella convinzione che "l'interdisciplinarietà sostenuta dall'apporto della filosofia e della teologia, aiuta gli studenti ad acquisire una visione organica della realtà e a sviluppare un desiderio incessante di progresso intellettuale" (Ex corde Ecclesiae, 20).

Programmi

Dall'anno accademico 2001-2002, è proposto un unico programma per la prima e seconda annualità.

Gli argomenti sono:

- I anno: Il mistero di Cristo
- II anno: Chiesa e sacramenti

PIANI DI STUDIO

Corso di laurea in Matematica

(triennale, nuovo ordinamento)

Obiettivi formativi qualificanti

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.

Elenco delle attività formative e crediti ad esse attribuiti

Per conseguire la laurea 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, conformemente alle attività formative di seguito indicate (essendo ancora in fase di approvazione il regolamento dei corsi di laurea, si precisa che l'elenco è suscettibile di modifiche).

1. Logica matematica - 5 crediti

Logica dei predicati del primo ordine, elementi di teoria degli insiemi di Zermelo-Fraenkel.

2. Algebra 1a e 2a unità - 10 crediti

Aritmetica. Strutture algebriche fondamentali: gruppi e anelli. Anelli di polinomi. Moduli liberi. Moduli su domini a ideali principali. Forme normali e forme canoniche delle matrici.

3. Geometria 1a unità - 5 crediti

Spazi vettoriali, trasformazioni lineari, forme quadratiche e matrici associate, con applicazioni alla geometria analitica del piano e dello spazio. Diagonalizzazione di endomorfismi e di forme quadratiche (autovalori ed autovettori). Spazi unitari.

4. Geometria 2a e 3a unità - 10 crediti

Geometria affine, euclidea, proiettiva. Coniche e quadriche. Geometria differenziale delle curve e delle superfici nello spazio euclideo tridimensionale.

5. Complementi di geometria - 5 crediti

Elementi di topologia generale e di geometria algebrica.

6. Analisi matematica 1a - 3a unità - 15 crediti

Numeri reali e complessi, funzioni di una variabile reale, successioni, limiti, serie. Calcolo differenziale per funzioni di una variabile reale, calcolo integrale per funzioni di una variabile reale, semplici equazioni differenziali ordinarie. Funzioni di più variabili reali, calcolo differenziale per funzioni di più variabili reali, equazioni differenziali ordinarie.

7. Complementi di analisi matematica - 5 crediti

Calcolo integrale per funzioni di più variabili reali, campi vettoriali, integrali di linea e di superficie, formule di Gauss-Green e di Stokes.

8. Meccanica razionale - 5 crediti

Cinematica, statica e dinamica del punto e del corpo rigido.

9. Meccanica analitica - 5 crediti

Integrale d'azione e principi variazionali, equazioni di Lagrange e di Hamilton, trasformazioni canoniche, parentesi di Poisson, costanti del moto, applicazione ai moti centrali e ai corpi rigidi.

10. Analisi numerica 1a e 2a unità - 10 crediti

Teoria degli errori, risoluzione numerica dei sistemi lineari, metodi per il calcolo degli autovalori di una matrice, calcolo degli zeri di funzioni non lineari. Metodi di approssimazione di funzioni, differenze finite con applicazioni (integrazione, differenziazione, interpolazione).

11. Elementi di meccanica newtoniana - 5 crediti

Cinematica del punto, principi della dinamica newtoniana, forze, lavoro e energia, principi di conservazione, principio di relatività.

12. Termodinamica - 5 crediti

Sistemi e grandezza termodinamiche, tendenza all'equilibrio, leggi empiriche dei gas, conservazione dell'energia e primo principio, energia interna, calore specifico, trasformazioni reversibili ed irreversibili, macchine termiche, secondo principio, temperatura assoluta, entropia, energia libera, equilibrio tra due fasi.

13. Elettromagnetismo 1a e 2a unità - 10 crediti

Leggi fondamentali dell'elettrostatica, conduttori, condensatori, dielettrici, correnti elettriche continue, circuiti elettrici, cenni ai semiconduttori. Forza su cariche in moto e circuiti percorsi da corrente, campi magnetici prodotti da correnti stazionarie, potenziale vettore, campi magnetici nella materia, induzione elettromagnetica, corrente di spostamento, equazioni di Maxwell.

14. Fondamenti dell'informatica 1a e 2a unità - 10 crediti

Algoritmi, metodologie e linguaggi di programmazione. Sistemi di elaborazione ed ambienti operativi.

15. Statistica matematica 1a e 2a unità - 10 crediti

La nozione di probabilità, variabili aleatorie, convergenza di successioni di variabili aleatorie. Statistica descrittiva: rappresentazione e analisi dei dati.

16. 20 crediti nell'ambito dei settori MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/07, MAT/08**17. Attività formative scelte dallo studente - 25 crediti**

Lo studente deve indicare queste attività in un piano di studio individuale. La consistenza con gli obiettivi formativi qualificanti e la valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

18. Inglese scientifico - 5 crediti

Uso della lingua inglese, in forma scritta e orale, nell'ambito specifico di competenza.

19. Altre attività formative - 10 crediti

Acquisizione di abilità linguistiche, anche per lo scambio di informazioni generali, informatiche, telematiche o relazionali.

La valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

20. Preparazione e discussione dell'elaborato scritto finale - 5 crediti

Questa attività è anche rivolta all'acquisizione di abilità riguardanti la comunicazione, la diffusione ed il reperimento delle informazioni scientifiche, anche con metodi bibliografici, informatici e telematici.

Presentazione del piano di studio

Lo studente è tenuto a presentare alla struttura didattica competente un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività di cui ai punti 16, 17, 18, 19. È facoltà dello studente proporre un piano di studio con attività diverse da quelle sopra elencate, purché soddisfi ai requisiti minimi previsti dalla Classe delle lauree in Scienze matematiche. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte della struttura didattica competente, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea.

Piano degli studi suddivisi per anni

Primo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 1 Analisi matematica 2 Geometria 1 Algebra 1	Elem. meccanica newton. Fond. informatica 1 Statistica matematica 1 Algebra 2	Termodinamica Fond. informatica 2 Geometria 2 Inglese scientifico

Secondo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 3 Comp. analisi mat. Elettromagnetismo 1 Analisi numerica 1	Geometria 3 Lab. linguistico Elettromagnetismo 2 Meccanica analitica	Compl. di geometria Stat. matematica 2 Meccanica razionale Analisi numerica 2

Corso di laurea in Matematica e informatica per le applicazioni aziendali

(triennale, nuovo ordinamento)

Obiettivi formativi qualificanti

I laureati nel corso di laurea devono:

- possedere adeguate conoscenze di base nell'area della matematica;
- possedere approfondite 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.

Elenco delle attività formative e crediti ad esse attribuiti

Per conseguire la laurea 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, conformemente alle attività formative di seguito indicate (essendo ancora in fase di approvazione il regolamento dei corsi di laurea, si precisa che l'elenco è suscettibile di modifiche).

1. Algebra 1a unità - 5 crediti

Aritmetica. Strutture algebriche fondamentali: gruppi e anelli. Anelli di polinomi.

2. Geometria 1a unità - 5 crediti

Spazi vettoriali, trasformazioni lineari, forme quadratiche e matrici asso-

ciate, con applicazioni alla geometria analitica del piano e dello spazio. Diagonalizzazione di endomorfismi e di forme quadratiche (autovalori ed autovettori). Spazi unitari.

3. Geometria 2a e 3a unità - 10 crediti

Geometria affine, euclidea, proiettiva. Coniche e quadriche. Geometria differenziale delle curve e delle superfici nello spazio euclideo tridimensionale.

4. Analisi matematica 1a - 3a unità - 15 crediti

Numeri reali e complessi, funzioni di una variabile reale, successioni, limiti, serie. Calcolo differenziale per funzioni di una variabile reale, calcolo integrale per funzioni di una variabile reale, semplici equazioni differenziali ordinarie.

Funzioni di più variabili reali, calcolo differenziale per funzioni di più variabili reali, equazioni differenziali ordinarie.

5. Metodi e modelli matematici per le applicazioni - 5 crediti

Modelli fisici, economici e sociobiologici retti da equazioni differenziali ordinarie: proprietà qualitative delle soluzioni. Sistemi dinamici.

6. Analisi numerica 1a - 3a unità - 10 crediti

Teoria degli errori, risoluzione numerica dei sistemi lineari, metodi per il calcolo degli autovalori di una matrice, calcolo degli zeri di funzioni non lineari. Metodi di approssimazione di funzioni, differenze finite con applicazioni (integrazione, differenziazione, interpolazione). Ottimizzazione lineare e non, metodi statistici e montecarlo.

7. Ricerca operativa 1a e 2a unità - 10 crediti

Elementi di ricerca operativa classica: programmazione matematica, ottimizzazione e controllo di processi, sistemi dinamici. Nuovi aspetti della ricerca operativa: confluenza nell'informatica.

8. Elementi di meccanica newtoniana - 5 crediti

Cinematica del punto, principi della dinamica newtoniana, forze, lavoro e energia, principi di conservazione, principio di relatività.

9. Termodinamica - 5 crediti

Sistemi e grandezza termodinamiche, tendenza all'equilibrio, leggi empiriche dei gas, conservazione dell'energia e primo principio, energia interna, calore specifico, trasformazioni reversibili ed irreversibili, macchine termiche, secondo principio, temperatura assoluta, entropia, energia libera, equilibrio tra due fasi.

10. Fondamenti dell'informatica 1a - 4a unità - 20 crediti

Algoritmi, metodologie e linguaggi di programmazione. Sistemi di elabo-

razione ed ambienti operativi. Strutture dati: metodi di rappresentazione e linguaggi di programmazione. Strutture fondamentali nella programmazione ad oggetti.

11. Teoria dei sistemi - 5 crediti

Analisi e modellizzazione di componenti di sistemi.

12. Il sistema informativo aziendale - 5 crediti

Relazioni fra informatica e sistemi aziendali.

13. Informatica aziendale - 5 crediti

Utilizzo di strumenti informatici innovativi con l'obiettivo di creare componenti software riutilizzabili.

14. Statistica matematica 1a unità - 5 crediti

La nozione di probabilità, variabili aleatorie, convergenza di successioni di variabili aleatorie, nozioni di statistica descrittiva.

15. Matematica finanziaria - 5 crediti

Operazioni finanziarie elementari, criteri di scelta, valutazione d'impresa.

16. Processi stocastici - 5 crediti

Modelli e processi stocastici.

17. Modelli matematici per i mercati finanziari - 5 crediti

Modelli stocastici per la valutazione delle attività finanziarie.

18. Logica matematica 5 crediti

Logica dei predicati del primo ordine, elementi di teoria degli insiemi di Zermelo-Fraenkel

19. Attività formative scelte dallo studente - 25 crediti

Lo studente deve indicare queste attività in un piano di studio individuale. La consistenza con gli obiettivi formativi qualificanti e la valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

20. Inglese scientifico - 5 crediti

Uso della lingua inglese, in forma scritta e orale, nell'ambito specifico di competenza.

21. Altre attività formative - 10 crediti

Acquisizione di abilità linguistiche, anche per lo scambio di informazioni generali, informatiche, telematiche o relazionali. La valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

22. Preparazione e discussione dell'elaborato scritto finale - 5 crediti

Questa attività è anche rivolta all'acquisizione di abilità riguardanti la comunicazione, la diffusione ed il reperimento delle informazioni scientifiche, anche con metodi bibliografici, informatici e telematici.

Presentazione del piano di studio

Lo studente è tenuto a presentare alla struttura didattica competente un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività di cui ai punti 19, 20 e 21. È facoltà dello studente proporre un piano di studio con attività diverse da quelle sopra elencate, purché soddisfi ai requisiti minimi previsti dalla Classe delle lauree in Scienze matematiche. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte della struttura didattica competente, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea.

Piano degli studi suddiviso per anni

Primo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 1	Elem. meccanica newton	Termodinamica
Analisi matematica 2.	Fond. informatica 1	Fond. informatica 2
Geometria 1	Statistica matematica 1	Geometria 2I
Algebra 1	Lab. linguistico	Inglese scientifico

Secondo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 3	Geometria 3	Met. mod. mat. appl.
Fond. informatica 3	Teoria dei sistemi	Fond. informatica 4
Matem. finanziaria	Mod. mat. mercati finanz.	Analisi numerica 2
Analisi numerica 1	Ricerca operativa	
	Processi stocastici	

Corso di laurea in Fisica

(triennale, nuovo ordinamento)

Obiettivi formativi qualificanti

I laureati nel corso di laurea devono:

- possedere un'adeguata conoscenza di base dei diversi settori della fisica classica e moderna;
- acquisire le metodologie di indagine e essere in grado di applicarle nella rappresentazione e nella modellizzazione della realtà fisica e della loro verifica;
- possedere competenze operative e di laboratorio;
- saper comprendere ed utilizzare strumenti matematici ed informatici adeguati;
- essere capaci di operare professionalmente in ambiti definiti di applicazione;
- 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;
- essere in possesso di 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.

Elenco delle attività formative e crediti ad esse attribuiti

Per conseguire la laurea 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. A tale scopo lo studente può scegliere attività formative entro due distinti curricula:

- *curriculum in Fisica;*
- *curriculum in Fisica del territorio e dell'ambiente.*

Il curriculum in “Fisica” è più orientato all’apprendimento delle discipline di base della fisica teorica e sperimentale, anche in vista del possibile proseguimento degli studi in una laurea specialistica nella classe di Fisica. Il curriculum di “Fisica del territorio e dell’ambiente”, invece, è orientato ad acquisire conoscenze integrative in chimica organica e inorganica, ecologia, fisica ambientale e dell’atmosfera, e capacità di operare con strumenti di misura e tecniche sperimentali utili alla ricerca nel settore ambientale, anche ai fini di un rapido inserimento in ambito professionale.

Attività formative comuni ai due curricula (essendo ancora in fase di approvazione il regolamento dei corsi di laurea, si precisa che l’elenco è suscettibile di modifiche):

1. Analisi matematica 1a - 3a unità - 15 crediti nel settore MAT/05.

Numeri reali e complessi, funzioni di una variabile reale, successioni, limiti, serie. Calcolo differenziale per funzioni di una variabile reale, calcolo integrale per funzioni di una variabile reale, semplici equazioni differenziali ordinarie.

Funzioni di più variabili reali, calcolo differenziale per funzioni di più variabili reali, equazioni differenziali ordinarie.

2. Complementi di analisi matematica - 5 crediti nel settore MAT/05.

Calcolo integrale per funzioni di più variabili reali, campi vettoriali, integrali di linea e di superficie, formule di Gauss-Green e di Stokes.

3. Algebra lineare - 5 crediti nei settori MAT/02, MAT/03.

Spazi vettoriali, trasformazioni lineari, matrici, determinanti, sistemi di equazioni lineari, autovalori ed autovettori, spazi unitari.

4. Elementi di meccanica newtoniana - 5 crediti nel settore FIS/01.

Cinematica del punto, principi della dinamica newtoniana, forze, lavoro e energia, principi di conservazione, principio di relatività.

5. Dinamica dei sistemi di particelle - 5 crediti nel settore FIS/01.

Leggi della dinamica dei sistemi di particelle, centro di massa, moto relativo, urti, cenni di teoria cinetica e dinamica dei fluidi, dinamica dei corpi rigidi, interazione tra particelle e campi, campo gravitazionale.

6. Termodinamica - 5 crediti nel settore FIS/01.

Sistemi e grandezza termodinamiche, tendenza all’equilibrio, leggi empiriche dei gas, conservazione dell’energia e primo principio, energia interna, calore specifico, trasformazioni reversibili ed irreversibili, mac-

chine termiche, secondo principio, temperatura assoluta, entropia, energia libera, equilibrio tra due fasi.

7. Elettromagnetismo 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore FIS/01.

Leggi fondamentali dell'elettrostatica, conduttori, condensatori, dielettrici, correnti elettriche continue, circuiti elettrici, cenni ai semiconduttori. Forza su cariche in moto e circuiti percorsi da corrente, campi magnetici prodotti da correnti stazionarie, potenziale vettore, campi magnetici nella materia, induzione elettromagnetica, corrente di spostamento, equazioni di Maxwell.

8. Elementi di fisica moderna - 5 crediti nel settore FIS/02.

Calori specifici dei solidi e dei gas, radiazione di corpo nero, effetto fotoelettrico, spettri atomici e modello di Bohr, ipotesi di de Broglie, diffrazione degli elettroni, moto dei pacchetti d'onda, equazione di Schroedinger, soluzioni unidimensionali, interpretazione statistica della funzione d'onda, principio d'indeterminazione.

9. Meccanica quantistica - 5 crediti nel settore FIS/02.

Postulati e formalismo della meccanica quantistica, osservabili e misura, metodi approssimati, simmetrie, momento angolare e spin, alcune semplici applicazioni.

10. Elementi di struttura della materia - 5 crediti nel settore FIS/03.

Alcune applicazioni significative della meccanica quantistica, atomi e molecole, elementi di teoria degli stati condensati, elementi di teoria dello scattering.

11. Fisica dei nuclei e delle particelle - 5 crediti nel settore FIS/04.

Il nucleo atomico e le sue dimensioni, energie di legame, radioattività alfa e beta, transizioni elettromagnetiche nei nuclei, cenni ai modelli nucleari, introduzione alla fisica delle particelle.

12. Metodi matematici per la fisica 1a unità - 5 crediti nel settore FIS/02.

Spazi di Banach e di Hilbert, operatori nello spazio di Hilbert, autovalori e autovettori, espansioni in serie di vettori ortonormali, algebre di operatori nello spazio di Hilbert, misure e rappresentazioni spettrali, distribuzioni.

13. Chimica - 6 crediti nel settore CHIM/03.

Elementi di chimica generale, atomi e molecole, pesi atomici e molecolari, bilanciamento, leggi dei gas perfetti e reali, reazioni chimiche, equilibri chimici, cinetica chimica e velocità di reazione, reazioni in fase gassosa e liquida, sistema periodico degli elementi, descrizione delle proprietà dei più importanti composti inorganici ed organici.

14. Laboratorio di fisica 1a e 2a unità- 10 crediti nel settore FIS/01.

Elementi di metrologia, tecniche di base per la presentazione dei dati sperimentali, caratteristiche generali degli strumenti di misura, trattazione dell'incertezza di misura. Ricerca di correlazioni tra grandezze fisiche, regressione lineare, elementi di teoria delle probabilità e distribuzioni di variabile aleatoria. Esercitazioni di laboratorio a carattere esemplificativo, alfabetizzazione informatica.

15. Laboratorio di elettromagnetismo - 5 crediti nel settore FIS/01.

Esperienze di elettrostatica, elettrodinamica e circuiti elettrici.

16. Laboratorio di elettronica - 5 crediti nel settore FIS/01.

Introduzione all'elettronica analogica e digitale.

17. Laboratorio di ottica - 5 crediti nel settore FIS/01.

Esperienze di ottica geometrica e ottica fisica.

18. Fondamenti dell'informatica - 5 crediti nel settore INF/01.

Algoritmi, metodologie e linguaggi di programmazione.

19. Attività formative scelte dallo studente - 10 crediti.

Lo studente deve indicare queste attività in un piano di studio individuale. La valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

20. Inglese scientifico - 5 crediti.

Uso della lingua inglese, in forma scritta e orale, nell'ambito specifico di competenza.

21. Altre attività formative - 9 crediti.

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

22. Preparazione e discussione dell'elaborato scritto finale - 5 crediti.

Questa attività è anche rivolta all'acquisizione di abilità riguardanti la comunicazione, la diffusione ed il reperimento delle informazioni scientifiche, anche con metodi bibliografici, informatici e telematici.

Ulteriori attività formative per il solo curriculum in "Fisica":

1. Geometria - 5 crediti nei settori MAT/02.

Geometria affine, euclidea, proiettiva. Coniche e quadriche.

2. Meccanica analitica ed elementi di meccanica statistica - 10 crediti nel settore MAT/07.

Principi variazionali e meccanica lagrangiana. Meccanica hamiltoniana, trasformazioni canoniche, parentesi di Poisson, costanti del moto. Spazio delle fasi e teorema di Liouville. Medie microcanoniche, canoniche e gran canoniche. Energia media ed equipartizione. Calcolo dell'entropia e dell'energia libera.

3. Elettrodinamica e onde - 5 crediti nel settore FIS/01.

Onde nei mezzi elastici, oscillazioni in circuiti elettrici, onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia, rifrazione, riflessione, velocità di gruppo, dispersione e diffusione della luce, interferenza e diffrazione, polarizzazione lineare e circolare, elettromagnetismo e relatività ristretta.

4. Metodi matematici per la fisica 2a unità - 5 crediti nel settore FIS/02.

Funzioni di una variabile complessa, equazioni differenziali con coefficienti analitici, problemi di Sturm-Liouville, espansioni in serie di funzioni ortogonali, trasformate di Fourier.

5. Laboratorio di fisica 3a unità- 5 crediti nel settore FIS/01.

Esperimenti di meccanica e termodinamica a supporto dei corsi di fisica, elaborazione statistica dei dati sperimentali, campionamenti, stime, regressione, uso di calcolatori per l'analisi dei dati.

6. Laboratorio avanzato - 5 crediti nel settore FIS/01.

Laboratorio avanzato, esperimenti di fisica e strumentazioni.

7. Insegnamento a scelta - 5 crediti nei settori FIS/05, FIS/06, GEO/10, GEO/12, MAT/01-08, IFN/01, ING-INF/05

*Ulteriori attività formative per il solo curriculum in
"Fisica del territorio e dell'ambiente":*

1. Chimica organica e biochimica - 5 crediti nel settore CHIM/06, BIO/10.
2. Sensori e telerilevamento - 5 crediti nel settore FIS/01,07.
3. Fisica ambientale - 5 crediti nel settore FIS/07.
4. Fisica dell'atmosfera - 5 crediti nel settore FIS/06, GEO/12.
5. Ecologia - 5 crediti nel settore Bio/07.
6. Dinamica dei fluidi - 5 crediti nel settore MAT/07.
7. Laboratorio di fisica ambientale - 5 crediti nel settore FIS/01,07.
8. Metodi computazionali della fisica - 5 crediti nel settore FIS/02.

Presentazione del piano di studio

Lo studente è tenuto a presentare alla struttura didattica competente un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività di cui ai punti 19, 20 e 21. È facoltà dello studente proporre un piano di studio con attività diverse da quelle sopra elencate, purché soddisfi ai requisiti minimi previsti dalla Classe delle lauree in Scienze e tecnologie fisiche. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte della struttura didattica competente, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea.

Piano degli studi suddiviso per anni

Curriculum: Fisica

Primo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 1	Elem. Meccanica newton.	Termodinamica
Analisi matematica 2	Fond. Informatica	Dinam. Sist. Partic.
Algebra lineare	Lab. Fisica 1	Geometria
Chimica (6 crediti)	Lab. Fisica 2	Lab. Fisica 3

Secondo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 3	Corso a scelta	Inglese scient.
Comp. Analisi mat.	Lab. Ottica	Reti inf.Multim.(4 crediti)
Elettromagnetismo 1	Elettromagnetismo 2	Elettrodinamica onde
Lab. Elettromagnet.	Mecc. Analit. Statist. 1	Mecc. An. Statist. 2

Curriculum: Fisica del territorio e dell'ambiente

Primo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 1	Elem. Meccanica newton.	Termodinamica
Analisi matematica 2	Fond. Informatica	Dinam. Sist. Partic.
Algebra lineare	Lab. Fisica 1	Reti inf.Multim.(4 crediti)
Chimica (6 crediti)	Lab. Fisica 2	Inglese scient.

Secondo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 3	Lab. Chimica gen. Inorg.	Lab. Fisica terrestre
Comp. Analisi mat.	Lab. Ottica	Corso a scelta
Elettromagnetismo 1	Elettromagnetismo 2	Elementi di geofisica
Lab. Elettromagnet.	Fisica dell'ambiente 1	Fisica dell'ambiente 2

Corso di laurea in Fisica e informatica per le telecomunicazioni

(triennale, nuovo ordinamento)

Obiettivi formativi qualificanti

I laureati nel corso di laurea devono:

- possedere un'adeguata conoscenza di base dei diversi settori della fisica classica e moderna;
- acquisire le metodologie di indagine e essere in grado di applicarle nella rappresentazione e nella modellizzazione della realtà fisica e della loro verifica;
- possedere competenze operative e di laboratorio;
- saper comprendere ed utilizzare strumenti matematici adeguati;
- possedere conoscenze informatiche adeguate ad applicazioni in ambito professionale;
- essere in possesso di adeguate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione, con particolare riferimento agli aspetti fondamentali della codifica e la trasmissione su vari mezzi fisici;
- possedere conoscenze dei dispositivi elettronici e ottici per le telecomunicazioni;
- essere capaci di operare professionalmente in ambiti definiti di applicazione;
- 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;
- essere capaci di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

Elenco delle attività formative e crediti ad esse attribuiti

Per conseguire la laurea 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, conformemente alle attività formative di seguito indicate (essen-

do ancora in fase di approvazione il regolamento dei corsi di laurea, si precisa che l'elenco è suscettibile di modifiche).

1. Analisi matematica 1a - 3a unità - 15 crediti nel settore MAT/05.

Numeri reali e complessi, funzioni di una variabile reale, successioni, limiti, serie. Calcolo differenziale per funzioni di una variabile reale, calcolo integrale per funzioni di una variabile reale, semplici equazioni differenziali ordinarie.

Funzioni di più variabili reali, calcolo differenziale per funzioni di più variabili reali, equazioni differenziali ordinarie.

2. Complementi di analisi matematica - 5 crediti nel settore MAT/05.

Calcolo integrale per funzioni di più variabili reali, campi vettoriali, integrali di linea e di superficie, formule di Gauss-Green e di Stokes.

3. Algebra lineare - 5 crediti nei settori MAT/02, MAT/03.

Spazi vettoriali, trasformazioni lineari, matrici, determinanti, sistemi di equazioni lineari, autovalori ed autovettori, spazi unitari.

4. Analisi numerica 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore MAT/08.

Teoria degli errori, risoluzione numerica dei sistemi lineari, metodi per il calcolo degli autovalori di una matrice, calcolo degli zeri di funzioni non lineari. Metodi di approssimazione di funzioni, differenze finite con applicazioni (integrazione, differenziazione, interpolazione).

5. Elementi di meccanica newtoniana - 5 crediti nel settore FIS/01.

Cinematica del punto, principi della dinamica newtoniana, forze, lavoro e energia, principi di conservazione, principio di relatività.

6. Dinamica dei sistemi di particelle - 5 crediti nel settore FIS/01.

Leggi della dinamica dei sistemi di particelle, centro di massa, moto relativo, urti, cenni di teoria cinetica e dinamica dei fluidi, dinamica dei corpi rigidi, interazione tra particelle e campi, campo gravitazionale.

7. Termodinamica - 5 crediti nel settore FIS/01.

Sistemi e grandezza termodinamiche, tendenza all'equilibrio, leggi empiriche dei gas, conservazione dell'energia e primo principio, energia interna, calore specifico, trasformazioni reversibili ed irreversibili, macchine termiche, secondo principio, temperatura assoluta, entropia, energia libera, equilibrio tra due fasi.

8. Elettromagnetismo 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore FIS/01.

Leggi fondamentali dell'elettrostatica, conduttori, condensatori, dielettrici, correnti elettriche continue, circuiti elettrici, cenni ai semiconduttori. Forza

su cariche in moto e circuiti percorsi da corrente, campi magnetici prodotti da correnti stazionarie, potenziale vettore, campi magnetici nella materia, induzione elettromagnetica, corrente di spostamento, equazioni di Maxwell.

9. Elettrodinamica e onde - 5 crediti nel settore FIS/01.

Onde nei mezzi elastici, oscillazioni in circuiti elettrici, onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia, rifrazione, riflessione, velocità di gruppo, dispersione e diffusione della luce, interferenza e diffrazione, polarizzazione lineare e circolare, elettromagnetismo e relatività ristretta.

10. Elementi di fisica moderna - 5 crediti nel settore FIS/02.

Calori specifici dei solidi e dei gas, radiazione di corpo nero, effetto fotoelettrico, spettri atomici e modello di Bohr, ipotesi di de Broglie, diffrazione degli elettroni, moto dei pacchetti d'onda, equazione di Schroedinger, soluzioni unidimensionali, interpretazione statistica della funzione d'onda, principio d'indeterminazione.

11. Ottica fisica - 5 crediti nel settore FIS/03.

12. Teoria delle reti 1a e 2a unità- 10 crediti nel settore ING-INF/05.

Reti di calcolatori, topologia, architettura e principali protocolli di interconnessione.

13. Sistemi di telecomunicazione - 5 crediti nel settore ING-INF/03.

14. Chimica - 6 crediti nel settore CHIM/03.

Elementi di chimica generale, atomi e molecole, pesi atomici e molecolari, bilanciamento, leggi dei gas perfetti e reali, reazioni chimiche, equilibri chimici, cinetica chimica e velocità di reazione, reazioni in fase gassosa e liquida, sistema periodico degli elementi, descrizione delle proprietà dei più importanti composti inorganici ed organici.

15. •Laboratorio di fisica 1a e 2a unità- 10 crediti nel settore FIS/01.

Elementi di metrologia, tecniche di base per la presentazione dei dati sperimentali, caratteristiche generali degli strumenti di misura, trattazione dell'incertezza di misura. Ricerca di correlazioni tra grandezze fisiche, regressione lineare, elementi di teoria delle probabilità e distribuzioni di variabile aleatoria. Esercitazioni di laboratorio a carattere esemplificativo, alfabetizzazione informatica.

16. Laboratorio di elettromagnetismo - 5 crediti nel settore FIS/01.

Esperienze di elettrostatica, elettrodinamica e circuiti elettrici.

17. Misure elettriche - 5 crediti nel settore FIS/01.

18. Laboratorio di elettronica - 5 crediti nel settore FIS/01.

Introduzione all'elettronica analogica e digitale.

19. Laboratorio di ottica - 5 crediti nel settore FIS/01.

Esperienze di ottica geometrica e ottica fisica.

20. Dispositivi ottici - 5 crediti nel settore FIS/03.

Fisica e tecnologia dei dispositivi ottici, con esercitazioni in laboratorio.

21. Laboratorio di optoelettronica 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore FIS/03.

Laboratorio avanzato sull'uso di dispositivi optoelettronici.

22. Fondamenti dell'informatica 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore INF/01.

Algoritmi, metodologie e linguaggi di programmazione. Sistemi di elaborazione ed ambienti operativi.

23. Attività formative scelte dallo studente - 10 crediti.

Lo studente deve indicare queste attività in un piano di studio individuale. La valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

24. Inglese scientifico - 5 crediti.

Uso della lingua inglese, in forma scritta e orale, nell'ambito specifico di competenza.

25. Altre attività formative - 9 crediti.

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

26. Preparazione e discussione dell'elaborato scritto finale - 5 crediti.

Questa attività è anche rivolta all'acquisizione di abilità riguardanti la comunicazione, la diffusione ed il reperimento delle informazioni scientifiche, anche con metodi bibliografici, informatici e telematici.

Presentazione del piano di studio

Lo studente è tenuto a presentare alla struttura didattica competente un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività di cui ai punti 23, 24 e 25. È facoltà dello studente proporre un piano di studio con attività

diverse da quelle sopra elencate, purché soddisfi ai requisiti minimi previsti dalla Classe delle lauree in Scienze e tecnologie fisiche. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte della struttura didattica competente, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea.

Piano degli studi suddiviso per anni

Primo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 1 Analisi matematica 2 Algebra lineare Chimica (6 crediti)	Elem. Meccanica newton. Fond. Informatica 1 Lab. Fisica 1 Lab. Fisica 2	Termodinamica Dinam. Sist. Partic. Fond. Informatica 2 Inglese scient.

Secondo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 3 Comp. Analisi mat. Elettromagnetismo 1 Lab. Elettromagnet.	Teoria delle reti 1 Lab. Ottica Elettromagnetismo 2 Teoria delle reti	Corso a scelta Reti inf.Multim.(4 crediti) Elettrodinamica onde Misure elettriche

Corso di laurea in Informatica

(triennale, nuovo ordinamento)

Obiettivi formativi qualificanti

I laureati nel corso di laurea devono:

- possedere approfondite conoscenze nei vari settori delle scienze e tecnologie dell'informazione e della comunicazione;
- possedere la capacità di affrontare e analizzare problemi e di sviluppare sistemi informatici per la loro soluzione;
- acquisire e sviluppare competenze rivolte alla progettazione, sviluppo e gestione di sistemi informatici;
- 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 adeguata padronanza delle metodologie di indagine e delle loro applicazioni in situazioni concrete con appropriata conoscenza degli strumenti matematici di supporto alle competenze informatiche;
- essere capaci di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

Elenco delle attività formative e crediti ad esse attribuiti

Per conseguire la laurea 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, conformemente alle attività formative di seguito indicate (essendo ancora in fase di approvazione il regolamento dei corsi di laurea, si precisa che l'elenco è suscettibile di modifiche).

1. Analisi matematica 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore MAT/05

Numeri reali e complessi, funzioni di una variabile reale, successioni, limiti, serie. Calcolo differenziale e integrale per funzioni di una variabile reale. Funzioni di più variabili reali. Semplici equazioni differenziali ordinarie.

2. Algebra - 5 crediti nel settore MAT/02

Aritmetica. Strutture algebriche fondamentali: gruppi e anelli. Anelli di polinomi.

3. Geometria - 5 crediti nel settore MAT/02-03

Spazi vettoriali, trasformazioni lineari, forme quadratiche e matrici associate, con applicazioni alla geometria analitica del piano e dello spazio. Diagonalizzazione di endomorfismi e di forme quadratiche (autovalori ed autovettori). Spazi unitari.

4. Introduzione alla fisica - 5 crediti nel settore FIS/01

Cinematica del punto, principi della dinamica newtoniana, forze, lavoro e energia, principi di conservazione, principio di relatività.

5. Elettromagnetismo 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore FIS/01

Leggi fondamentali dell'elettrostatica, conduttori, condensatori, dielettrici, correnti elettriche continue, circuiti elettrici, cenni ai semiconduttori. Forza su cariche in moto e circuiti percorsi da corrente, campi magnetici prodotti da correnti stazionarie, potenziale vettore, campi magnetici nella materia, induzione elettromagnetica, corrente di spostamento, equazioni di Maxwell.

6. Fondamenti di informatica 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore INF/01

Fondamenti della teoria degli algoritmi, complessità computazionale dei programmi. Metodologie e linguaggi di programmazione. Strutture fondamentali nella programmazione ad oggetti.

7. Algoritmi e strutture dati 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore INF/01

Strutture dati, metodi di rappresentazione e loro implementazione. Basi di dati, rappresentazione, progettazione e linguaggi di gestione.

8. Sistemi esperti - 5 crediti nel settore INF/01

Rappresentazione e modellizzazione della conoscenza. Algoritmi di ragionamento. Progettazione di sistemi basati sulla conoscenza (sistemi esperti).

9. Sistemi informativi aziendali - 5 crediti nel settore ING-INF/05

Relazioni fra informatica e sistemi aziendali.

10. Sistemi operativi 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore INF/01

Sistemi di elaborazione e ambienti operativi. Componenti di un sistema operativo, differenti implementazioni.

11. Teoria delle reti 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore ING-INF/05

Reti di calcolatori, topologia, architettura e principali protocolli di interconnessione.

12. Architettura degli elaboratori - 5 crediti nel settore INF/01

Struttura e funzionamento di un elaboratore e delle sue diverse componenti hardware.

13. Calcolo scientifico 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore MAT/08

Teoria degli errori, risoluzione numerica dei sistemi lineari, calcolo degli zeri di funzioni non lineari. Metodi di approssimazione di funzioni con applicazioni all'integrazione, differenziazione, interpolazione.

14. Ricerca operativa - 5 crediti nel settore MAT/09

Elementi di ricerca operativa classica: programmazione matematica, ottimizzazione e controllo di processi.

15. Statistica applicata - 5 crediti nel settore SECS-S/02

La nozione di probabilità, variabili aleatorie. Statistica descrittiva: rappresentazione e analisi dei dati.

16. Laboratorio di fondamenti di informatica - 5 crediti nel settore INF/01

Esperienze di programmazione in laboratorio. Utilizzo di linguaggi di programmazione.

17. Laboratorio di algoritmi e strutture dati 1a e 2a unità - 10 crediti nel settore INF/01

Familiarizzazione con i principali ambienti di sviluppo. Esperienze di progettazione e interrogazione di basi di dati. Tecniche di analisi dei dati.

18. Laboratorio di sistemi operativi - 5 crediti nel settore INF/01

Esperienze di utilizzo e di gestione dei principali sistemi operativi.

19. Attività formative scelte dallo studente - 30 crediti.

Di questi 5 nei settori INF/01 e ING-INF/05 e 5 in settori diversi da INF/01 e ING-INF/05.

Lo studente deve indicare queste attività in un piano di studio individuale. La valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

20. Inglese scientifico - 5 crediti.

Uso della lingua inglese, in forma scritta e orale, nell'ambito specifico di competenza.

21. Altre attività formative - 10 crediti.

Acquisizione di abilità linguistiche, anche per lo scambio di informazioni generali, informatiche, telematiche o relazionali. La valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

22. Preparazione e discussione dell'elaborato scritto finale - 5 crediti.

Questa attività è anche rivolta all'acquisizione di abilità riguardanti la comunicazione, la diffusione ed il reperimento delle informazioni scientifiche, anche con metodi bibliografici, informatici e telematici.

Presentazione del piano di studio

Lo studente è tenuto a presentare alla struttura didattica competente un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività di cui ai punti 19, 20 e 21. È facoltà dello studente proporre un piano di studio con attività diverse da quelle sopra elencate, purché soddisfi ai requisiti minimi previsti dalla Classe delle lauree in Scienze e tecnologie informatiche. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte della struttura didattica competente, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea.

Piano degli studi suddiviso per anni

Primo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Analisi matematica 1	Introduz. Alla fisica	Sistemi operativi
Analisi matematica 2	Fond. Informatica 1	Fond. Informatica 2
Geometria 1	Arch. degli elaboratori	Lab. Fond. Informatica
Algebra 1	Laboratorio linguistico	Inglese scient.

Corso di laurea in Scienze per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile

(triennale, nuovo ordinamento)

Obiettivi formativi qualificanti

I laureati nel corso di laurea devono:

- possedere una buona conoscenza di base di matematica, fisica, chimica, ecologia, scienze della terra, economia e diritto;
- possedere adeguate competenze computazionali e informatiche;
- possedere una cultura sistemica di ambiente e una buona pratica del metodo scientifico per l'analisi di componenti e fattori di processi, sistemi e problemi riguardanti l'ambiente, sia naturale, che modificato dagli esseri umani;
- 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.

Elenco delle attività formative e crediti ad esse attribuiti

Per conseguire la laurea in Scienze per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile, 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. A tale scopo lo studente può scegliere attività formative entro due distinti curricula:

- *curriculum in Misure e modelli per l'ambiente;*
- *curriculum in Strumenti di gestione per lo sviluppo sostenibile.*

Il curriculum in 'Misure e modelli per l'ambiente' è maggiormente orienta-

to all'acquisizione della capacità di operare in laboratorio e in campo con strumenti di misura e tecniche sperimentali utili al monitoraggio e alla ricerca nel settore ambientale. Il curriculum in 'Strumenti di gestione per lo sviluppo sostenibile' è invece più orientato all'acquisizione della capacità di operare presso aziende ed enti pubblici e privati per realizzare e verificare sistemi di controllo, pianificazione e gestione ambientale.

4.1 Attività formative comuni ai due curricula

1. Matematica (1a e 2a unità) - 10 crediti nei settori MAT/02, 03, 05
Richiami di trigonometria, geometria analitica, disequazioni. Algebra lineare. Calcolo combinatorio. Funzioni, limiti, continuità, derivabilità, integrabilità. Successioni e serie. Campo complesso. Calcolo differenziale per funzioni di più variabili reali. Equazioni differenziali ordinarie.

2. Informatica (con laboratorio) - 5 crediti nel settore INF/01
Algoritmi, metodologie e linguaggi di programmazione. Sistemi di elaborazione ed ambienti operativi.

3. Fisica 1 (con laboratorio) (1a e 2a unità) - 10 crediti nel settore FIS/01
Misure ed errori. Elementi di meccanica newtoniana. Statica e dinamica dei fluidi. Termologia e teoria cinetica dei gas. Cambiamenti di stato e termodinamica.

4. Fisica 2 (con laboratorio) (1a e 2a unità) - 10 crediti nel settore FIS/01
Elettrostatica. Correnti elettriche. Magnetostatica. Induzione elettromagnetica. Circuiti elettrici. Onde elettromagnetiche. Radiazione di corpo nero. Ottica. Acustica. Radiazioni ionizzanti.

5. Chimica generale e inorganica (con laboratorio) (1a e 2a unità) - 10 crediti nel settore CHIM/03

Struttura atomica della materia, struttura elettronica degli atomi. Il legame chimico. Termochimica. Equilibrio e cinetica chimica. Acidi e basi. Elettrochimica. Stechiometria. Chimica inorganica.

6. Biologia generale e fisiologia (con laboratorio) (1a e 2a unità) - 11 crediti nei settori BIO/01, 02, 05, 09

Basi chimiche della vita. Energia, enzimi e metabolismo. Struttura e funzioni della cellula. Metabolismo energetico.

Riproduzione della cellula. Basi di genetica molecolare. Sistema nervoso, meccanismi di scambio dei gas e circolazione.

Omeostasi e termoregolazione. Sistema immunitario.

7. Chimica organica e biochimica (1a e 2a unità) - 10 crediti nei settori BIO/10, CHIM/06

Alcani e alcheni. Benzene e composti aromatici. Composti carbonilici. Composti metallo-organici. Biomolecole.

Aminoacidi e struttura delle proteine. Cinetica enzimatica. Metabolismo. Glicolisi. Ciclo di Krebs. Vie biosintetiche.

Fotosintesi e respirazione. Azione degli xenobiotici.

8. Ecologia (con laboratorio) (1a e 2a unità) - 10 crediti nei settori BIO/07

Meccanismi dell'evoluzione. Tassonomia e filogenesi. Organismi e ambiente. Popolazioni, comunità, ecosistemi.

Etologia. Cenni di sistematica degli animali e delle piante. Ciclo biogeochimici.

9. Geologia (con laboratorio) (1a e 2a unità) - 9 crediti nel settore GEO/05

Elementi di geochimica e mineralogia. Struttura della Terra. Tettonica delle placche. Rocce sedimentarie e metamorfiche. Geologia strutturale. Cronologia geologica e stratigrafia.

10. Sistemi informativi territoriali - 5 crediti nei settori GEO/04, AGR/10

Telerilevamento. Sensori e piattaforme. Tecniche di interpretazioni. Sistemi informativi territoriali:

georeferenziazione, funzioni GIS, modelli raster e vettoriali.

11. Merceologia - 5 crediti nel settore GEO/09

Flussi di materia e di energia. Materie prime e seconde. Residui e rifiuti. Tecnologie di recupero, trattamento e smaltimento di rifiuti urbani, industriali e agro-alimentari.

12. Controllo dell'inquinamento e ecotossicologia - 10 crediti nel settore AGR/13

Inquinanti dell'atmosfera, delle acque e dei suoli. Effetti sugli organismi e sugli ecosistemi animali e vegetali.

Sorgenti, migrazioni e degradazione dei xenobiotici. Tecniche di monitoraggio e controllo dell'inquinamento.

Tecniche di bonifica e depurazione.

13. Statistica - 5 crediti nei settori SECS-S/01, MAT/06

Calcolo della probabilità. Campionamento. Statistica descrittiva. Stima di parametri. Intervalli di confidenza. Test.

Regressione lineare. Analisi multivariata.

14. Economia ambientale (1a e 2a unità) - 10 crediti nei settori SECS-P/01, 02, 03 o AGR/01

Microeconomia (con cenni di macroeconomia). Economia ecologica e delle ri-

sorse naturali. Economia neoclassica dell'ambiente (livello ottimale di inquinamento, standard, tasse, sussidi, permessi negoziabili). Valutazione delle risorse naturali (valore economico totale; prezzi edonici, costi di viaggio, valutazione contingente). Ambiente, benessere sociale e scelta pubblica.

15. Istituzioni di diritto - 5 crediti nei settori IUS/10 e 14

Ordinamento giuridico. Nozione giuridiche fondamentali. Introduzione al diritto amministrativo e al diritto dell'ambiente.

16. Attività formative scelte dallo studente - 25 crediti, di cui: 5 nel settore MAT/09 e 5 nel settore AGR/01 o lettera O nel settore IUS//10

Lo studente deve indicare queste attività in un piano di studio individuale. La valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

17. Inglese scientifico 1 - 5 crediti

Uso della lingua inglese, in forma scritta e orale, nell'ambito specifico di competenza.

18. Inglese scientifico 2 - 5 crediti

Ulteriori capacità nell'uso della lingua inglese, in forma scritta e orale, nell'ambito specifico di competenza.

19. Altre attività formative - 5 crediti

Acquisizione di ulteriori capacità relazionali e gestionali, anche attraverso partecipazione ad attività esterne e stage.

La valutazione in crediti è comunque affidata alla struttura didattica competente.

20. Preparazione e discussione dell'elaborato scritto finale - 5 crediti

Questa attività è anche rivolta all'acquisizione di abilità riguardanti la comunicazione, la diffusione ed il reperimento delle informazioni scientifiche, anche con metodi bibliografici, informatici e telematici.

4.2. Ulteriori attività formative (interdisciplinarietà e applicazioni) per il solo curriculum in "Misure e modelli per l'ambiente":

1. Ricerca operativa - 5 crediti nel settore MAT/09

Valutazione di progetti. Simulazione e analisi del rischio. Analisi costi-benefici. Programmazione lineare per l'allocazione delle risorse. Tecniche per la gestione di progetti

2. Fisica ambientale - 5 crediti nel settore FIS/07

Fonti e processi energetici da combustibili fossili ed energie rinnovabili. Radioattività e radioprotezione. Trasporto e dinamica degli inquinanti. Rumore. Radiazioni non ionizzanti. Principi e tecniche di misura e controllo dell'inquinamento.

4.3. Ulteriori attività formative (interdisciplinarietà e applicazioni) per il solo curriculum in “Strumenti di gestione per lo sviluppo sostenibile”:

1. Politica ambientale (1a, 2a unità) - 10 crediti nei settori SECS-P/01, 02, 03 o AGR/01

Agenda 21 e Agenda 21 Locale. Indicatori ambientali e di sostenibilità. Metodologie di valutazione della sostenibilità: capacità di carico, capitale naturale critico, impronta ecologica, spazio ambientale, MIPS, MAIA.

Strumenti di supporto alla scelta pubblica in campo ambientale: ACB, AMC, AMO, ACE. VIA, VAS e IPPC.

Contabilità ambientale ed eco-budget. Gestione ambientale di impresa: certificazione (ISO 14001); sistemi di gestione ambientale (EMAS); comunicazione, reporting e audit ambientale; life cycle assessment; eco-label.

Presentazione del piano di studio

Lo studente è tenuto a presentare alla struttura didattica competente un piano di studio individuale, con l'indicazione delle attività di cui ai punti 16, 17, 18 e 19 dell'articolo 4. È facoltà dello studente proporre un piano di studio in deroga all'articolo 4, purché soddisfi ai requisiti minimi previsti dalla Classe delle lauree in Scienze e tecnologie per l'ambiente e la natura. Il piano di studio è soggetto ad approvazione da parte della struttura didattica competente, che ne valuta la coerenza rispetto agli obiettivi formativi del corso di laurea.

Piano degli studi suddiviso per anni

Primo anno

Primo quadrimestre	Secondo quadrimestre	Terzo quadrimestre
Matematica 1 Fisica Lab. Chimica gen. Inorg. Economia	Matematica 2 Fisica Lab. Chim. Gen. Inorg. Biologia Fond. Informatica	Statistica Lab. Biologia Inglese

Corso di laurea in Matematica

(quadriennale, vecchio ordinamento)

Informazioni generali

Nel 2001/2002 sono attivati il secondo, terzo e quarto anno del corso di laurea quadriennale in Matematica. Il corso prevede una parte di insegnamenti obbligatori comuni, a carattere formativo di base, ed alcuni insegnamenti specifici per diversi indirizzi a scelta.

Gli indirizzi previsti sono:

- *indirizzo generale*
- *indirizzo didattico*
- *indirizzo applicativo*

La scelta dell'indirizzo deve essere fatta all'iscrizione al terzo anno.

Nell'arco del corso di laurea quadriennale, gli insegnamenti obbligatori comuni corrispondono a otto corsi annuali, corredati di esercitazioni ed eventualmente articolati in due o tre parti distinte.

Gli insegnamenti di indirizzo corrispondono a sette corsi annuali, eventualmente articolati in due o tre parti distinte, con eventuali esercitazioni. Per ogni insegnamento è previsto un esame finale, eventualmente suddiviso in più parti, qualora il corso stesso preveda una tale suddivisione. Tra gli esami previsti, oltre a quelli indicati nel piano di studi, lo studente è tenuto a sostenere tre esami di Introduzione alla Teologia.

Per essere ammesso all'esame di laurea, lo studente è tenuto a sostenere una prova di conoscenza della lingua inglese.

L'esame di laurea consiste nella discussione di una dissertazione scritta. Superato l'esame di laurea, lo studente consegue il titolo di dottore in Matematica, indipendentemente dall'indirizzo prescelto. L'indirizzo seguito può essere indicato, a richiesta dell'interessato, nei certificati di laurea rilasciati dall'Università.

Piani di studio

II anno di corso

Il secondo anno di corso prevede i seguenti insegnamenti:

Analisi matematica II

Geometria II

Meccanica razionale

Fisica generale II

III e IV anno di corso

All'atto dell'iscrizione al terzo anno, ogni studente deve presentare un piano di studi in cui si indicano l'indirizzo prescelto e gli insegnamenti che intende seguire nel III e IV anno (all'atto dell'iscrizione al quarto anno lo studente può richiedere, con domanda motivata, di cambiare il piano di studi). Il piano di studi dovrà tener conto anche delle eventuali propedeuticità previste per alcuni insegnamenti. Informazioni su questo punto, come pure sulla distribuzione degli insegnamenti sui due anni di corso, sono scritte nel manifesto degli studi e sono disponibili in rete.

Gli indirizzi previsti sono: *indirizzo generale*, *indirizzo didattico*, *indirizzo applicativo* (quest'ultimo da non confondere con il percorso formativo di tipo applicativo delle lauree triennali riformate).

Indirizzo generale:

Nel secondo biennio il piano degli studi deve prevedere obbligatoriamente l'equivalente di:

- *quattro* moduli da scegliere nelle aree disciplinari dell'algebra e della geometria;
- *due* moduli nell'area disciplinare dell'analisi matematica;
- *un* modulo nell'area disciplinare della fisica matematica;
- *un* modulo da scegliere nelle aree disciplinari dell'analisi numerica e della probabilità e statistica matematica;

- *due* ulteriori moduli da scegliere nelle aree disciplinari dell'algebra, della geometria, dell'analisi matematica, dell'analisi numerica e della fisica matematica.

Lo studente dovrà infine scegliere altri *4 corsi modulari* tra gli insegnamenti attivati.

Indirizzo didattico:

Nel secondo biennio il piano degli studi deve prevedere obbligatoriamente l'equivalente di:

- *tre* moduli da scegliere in tre distinti settori tra le aree disciplinari dell'algebra, della geometria, dell'analisi matematica e della fisica matematica;
- *un* modulo nell'area disciplinare dell'informatica;
- *quattro* moduli da scegliere nelle aree disciplinari della logica matematica e delle matematiche complementari;
- *due* moduli da scegliere nelle aree disciplinari della informatica e della probabilità e statistica matematica .

Lo studente dovrà infine scegliere altri *4 corsi modulari* tra gli insegnamenti attivati.

Indirizzo applicativo:

Nel secondo biennio il piano degli studi deve prevedere obbligatoriamente l'equivalente di:

- *due* moduli nell'area disciplinare dell'analisi matematica;
- *due* moduli nell'area disciplinare della fisica matematica;
- *due* moduli nell'area disciplinare dell'informatica ;
- *un* modulo nell'area disciplinare della probabilità e statistica matematica;
- *un* modulo nell'area disciplinare dell'analisi numerica;
- *tre* ulteriori moduli da scegliere nelle aree disciplinari della informatica, dell'analisi numerica, della fisica matematica, della fisica, della probabilità e statistica matematica, della ricerca operativa e della matematica finanziaria e scienze attuariali.

Lo studente dovrà infine scegliere altri 3 corsi modulari tra gli insegnamenti attivati.

Insegnamenti attivati al III e IV anno

Logica matematica
Algebra superiore
Istituzioni di algebra superiore
Geometria superiore
Istituzioni di geometria superiore
Fondamenti della matematica
Matematiche complementari
Storia delle matematiche
Analisi funzionale
Analisi superiore
Istituzioni di analisi superiore
Statistica matematica
Istituzioni di fisica matematica
Analisi numerica
Metodi di approssimazione
Metodi e modelli per l'organizzazione e la gestione
Laboratorio di fisica (B01A)
Esperimentazioni di fisica III (B01A)
Istituzioni di fisica teorica (B02A)
Relatività (B02A)
Fondamenti dell'informatica (K05B)
Intelligenza artificiale (K05B)
Sistemi di elaborazione dell'informazione (K05B)
Matematica finanziaria

Dipendenza e indipendenza reciproca del I e II modulo per gli insegnamenti del secondo biennio

Analisi numerica	I modulo propedeutico al II
Analisi superiore	moduli indipendenti
Fondamenti dell'informatica	I modulo propedeutico al II
Geometria superiore	moduli indipendenti
Intelligenza artificiale	I modulo propedeutico al II
Istituzioni di algebra superiore	moduli indipendenti
Istituzioni di analisi superiore	I modulo propedeutico al II
Istituzioni di fisica matematica	moduli indipendenti
Istituzioni di geometria superiore	I modulo propedeutico al II
Matematica finanziaria	I modulo propedeutico al II
Matematiche complementari	I modulo propedeutico al II
Sistemi di elaborazione dell'informazione	I modulo propedeutico al II
Statistica matematica	I modulo propedeutico al II
Storia delle matematiche	moduli indipendenti

Norme per la richiesta della tesi

La richiesta della tesi di laurea può essere fatta solo dagli studenti che siano in debito, al massimo, degli esami corrispondenti a quattro annualità, di cui al più una del primo biennio.

Sbocchi professionali

Il corso di laurea in Matematica fornisce una solida preparazione nelle discipline matematiche ed anche una buona preparazione in discipline affini (fisica, statistica, informatica), che consente al laureato di inserirsi adeguatamente in molti ambiti del mondo del lavoro, ma anche di accedere a corsi di master e di dottorato sia nazionali che internazionali.

Concretamente la laurea in Matematica apre l'accesso ad attività professionali sia nel settore privato (centri di ricerca presso aziende, centri di elaborazione dati anche in campo economico-finanziario, aziende in campo informatico), sia in quello pubblico (enti ed istituti di ricerca fondamentale e applicata), oltre che nell'insegnamento (Scuola media inferiore: scienze matematiche, chimiche, fisiche e naturali; scuola media superiore: matematica, matematica applicata, fisica, matematica e fisica, informatica).

Corso di laurea in Fisica

(quadriennale, vecchio ordinamento)

Informazioni generali.

Nel 2001/2002 sono attivati il terzo e il quarto anno del corso di laurea quadriennale in Fisica. Il corso prevede una parte di insegnamenti obbligatori comuni, a carattere formativo di base, e alcuni insegnamenti specifici per diversi indirizzi a scelta.

Gli indirizzi previsti sono:

- indirizzo di fisica della materia
- indirizzo di fisica terrestre e dell'ambiente
- indirizzo di fisica dei biosistemi

Gli insegnamenti di indirizzo sono previsti al quarto anno.

L'attività didattica è costituita, oltre che dalle lezioni, da esercitazioni in aula e in laboratorio, seminari, attività di tutorato, ed altre attività formative quali visite tecniche, prove parziali di accertamento, stesura e discussione di elaborati.

Parte dell'attività didattica pratica può essere svolta anche presso laboratori e centri esterni sotto la responsabilità didattica del docente dell'insegnamento, previa stipula di apposite convenzioni.

Per essere ammesso a sostenere l'esame di laurea, lo studente deve aver seguito un numero di corsi pari a diciotto annualità, avendo superato i relativi esami.

Ogni corso può essere suddiviso in due o tre parti distinte con eventuali prove di valutazione intermedie. Tra gli esami previsti, oltre a quelli indicati nel piano di studi, lo studente è tenuto a sostenere tre esami di Introduzione alla Teologia.

Entro il secondo anno, lo studente è tenuto a dimostrare di conoscere la lingua inglese.

L'esame di laurea deve comprendere la discussione di una tesi su un argomento pertinente all'indirizzo scelto dallo studente.

Superato l'esame di laurea, lo studente consegue il titolo di dottore in Fisica, indipendentemente dall'indirizzo prescelto.

L'indirizzo seguito può essere indicato, a richiesta dell'interessato, nei certificati di laurea rilasciati dall'Università.

Piani di studio

III anno di corso

Il terzo anno di corso prevede i seguenti insegnamenti:

Metodi matematici della fisica
 Istituzioni di fisica teorica
 Istituzioni di fisica nucleare e subnucleare
 Struttura della materia
 Esperimentazioni di fisica III

IV anno di corso

Al IV anno lo studente deve seguire un numero di corsi pari a 8 moduli, equivalenti a quattro corsi annuali. Almeno 2 moduli devono essere riservati ad un corso che preveda attività di laboratorio. Almeno altri 4 moduli devono essere scelti tra i corsi consigliati per uno degli indirizzi previsti, elencati di seguito. Il piano di studi, con la scelta dell'indirizzo, deve essere presentato al momento della iscrizione al terzo anno (all'atto dell'iscrizione al quarto anno lo studente può richiedere, con domanda motivata, di cambiare il piano di studi). Gli indirizzi attivati sono:

- fisica terrestre e dell'ambiente
- fisica dei biosistemi
- fisica della materia

Di seguito diamo l'elenco dei corsi consigliati per ciascun indirizzo.

Indirizzo di fisica terrestre e dell'ambiente:

Laboratorio di fisica terrestre (1 modulo)
 Laboratorio di fisica dell'ambiente (1 modulo)
 Fisica dell'ambiente (2 moduli)
 Fisica dell'atmosfera (1 modulo)
 Fluidodinamica (1 modulo)
 Chimica-fisica (primo modulo)
 due moduli a scelta tra Laboratorio di elettronica e Metodi computazionali della fisica

Indirizzo di fisica dei biosistemi:

Laboratorio di elettronica (2 moduli)

Fisica dei biosistemi (2 moduli)
Biologia molecolare (1 modulo)
Chimica-fisica (primo modulo)
2 moduli a scelta tra Meccanica statistica (primo modulo), Metodi computazionali della fisica (1 modulo), Fisica dell'ambiente (2 moduli).

Indirizzo di fisica della materia:

Percorso di tipo sperimentale per la fisica dei solidi, delle superfici e delle nanostrutture:

Laboratorio di elettronica (2 moduli)
6 moduli a scelta tra
Fisica dello stato solido (2 moduli)
Fisica delle superfici (2 moduli)
Chimica-fisica (2 moduli)
Metallurgia (2 moduli)

Percorso di tipo teorico:

Laboratorio di elettronica (1 modulo)
Metodi computazionali della fisica (1 modulo)
Meccanica statistica (2 moduli)
Fisica teorica (1 modulo)
3 moduli a scelta tra Relatività (1 modulo), Astrofisica (1 modulo), Fisica dello stato solido (2 moduli) o un modulo tra gli insegnamenti del III e IV anno del corso di laurea in matematica.

Insegnamenti attivati al IV anno

Laboratorio di elettronica (2 moduli)
Laboratorio di fisica terrestre (1 modulo)
Laboratorio di fisica dell'ambiente (1 modulo)
Fisica dell'ambiente (2 moduli)
Fisica dell'atmosfera (1 modulo)
Fluidodinamica (1 modulo)
Chimica-fisica (2 moduli)
Fisica dei biosistemi (2 moduli)
Biologia molecolare (1 modulo)

Fisica dello stato solido (2 moduli)

Fisica delle superfici (2 moduli)

Metallurgia (2 moduli)

Meccanica statistica (2 moduli)

Fisica teorica (1 modulo)

Relatività (1 modulo)

Astrofisica (1 modulo)

L'insegnamento di Metodi computazionali della fisica (un modulo) sarà mutuato dall'insegnamento di Metodi di approssimazione (un modulo) del corso di laurea in Matematica.

Norme per la richiesta della tesi

La richiesta della tesi di laurea può essere fatta solo dagli studenti che siano in debito, al massimo, degli esami corrispondenti a quattro annualità, di cui al più una del primo biennio.

Sbocchi professionali

Il corso di laurea in Fisica si propone di formare dei fisici con qualifiche professionali adeguate per l'inserimento nel mondo del lavoro, ma anche con una solida preparazione per accedere a corsi di master e di dottorato sia nazionali che internazionali.

Concretamente la laurea in Fisica apre l'accesso ad attività professionali sia nel settore privato (centri di ricerca e sviluppo industriali, aziende metallurgiche, aziende di produzione e sintesi di materiali convenzionali ed innovativi, aziende specializzate nello studio e controllo dell'ambiente del territorio e dei biosistemi, servizi aziendali per sicurezza ed ambiente, industrie di sistemi ad alta tecnologia, centri di elaborazione dati e statistiche), sia in quello pubblico (enti ed istituti di ricerca e ricerca applicata, laboratori e strutture di ricerca internazionali, laboratori di controllo ambientale e del territorio, laboratori di enti ospedalieri), oltre che nell'insegnamento (Scuola media inferiore: Scienze matematiche, chimiche e fisiche e naturali; Scuola media superiore: Matematica, matematica applicata, matematica e fisica, fisica, impianti nucleari e tecnologie relative, elettronica, tecnologia fotografica cinematografica e televisiva, impianti elettrici e costruzioni elettromeccaniche, informatica industriale).

PROGRAMMI DEI CORSI
Anno accademico 2001/2002

1. Algebra (1°, 2° unità): Prof. MARIA CLARA TAMBURINI**A) PROGRAMMA DEL CORSO****1° unità**

Relazioni e funzioni: funzioni, relazioni di equivalenza, relazioni d'ordine.

Cardinalità degli insiemi: equipotenza di insiemi, insiemi finiti e infiniti, alcune equipotenze fra insiemi infiniti.

Gli interi: il teorema del quoziente e del resto, i numeri in base n , la congruenza modulo n .

Monoidi e gruppi: generalità, il gruppo simmetrico, il Teorema di Lagrange, gruppi ciclici, sottogruppi normali e gruppi quoziente, omomorfismi, gruppi abeliani.

Anelli e campi: generalità, l'anello Z_n delle classi di resti modulo n , potenza del binomio, anelli di polinomi a coefficienti in un campo K .

Fattorizzazioni nei domini di integrità: Teorema fondamentale dell'Aritmetica, radici di un polinomio e Teorema di Ruffini, fattorizzazione in $K[x]$, Teorema fondamentale dell'Algebra, fattorizzazione in $R[x]$, criteri di irriducibilità in $Q[x]$.

2° unità

Anelli: Omomorfismi, ideali, anelli quoziente.

Moduli su un anello: Generalità, omomorfismi e moduli quoziente, somme dirette, immersioni e proiezioni, il modulo libero A^n , decomposizione primaria di un modulo di torsione.

Matrici: operazioni sulle matrici, determinanti, equivalenza fra matrici, forme normali su un PID, minori, rango, fattori invarianti.

Omomorfismi fra moduli liberi: matrice di un omomorfismo, rango di un modulo, cambiamenti di base.

Moduli finitamente generati su un PID: basi di sottomoduli, teorema di struttura, gruppi

abeliani finitamente generati (*forma normale, esponente, fattori invarianti, divisori elementari*).

Forme canoniche delle matrici: polinomio caratteristico e polinomio minimo, matrici companion, forme canoniche razionali, autovalori e autospazi, forme canoniche di Jordan.

B) BIBLIOGRAFIA

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

N.B. - La Prof.ssa Maria Clara Tamburini riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

2. Algebra lineare (1 unità): Prof.ssa SILVIA PIANTA

Il corso è mutuato dalla prima unità di *Geometria*.

3. Algebra superiore (un modulo): Prof. ANDREA LUCCHINI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Algebre gruppali e moduli sulle algebre gruppali

Rappresentazioni irriducibili e completamente riducibili

Teorema di Maschke

Caratteri e relazioni di ortogonalità nella tabella dei caratteri

Prodotti tensoriali di rappresentazioni, prodotti di caratteri, caratteri del prodotto diretto di gruppi finiti

Tabelle dei caratteri di alcuni gruppi semplici

Rappresentazioni reali

Applicazioni: il teorema di Burnside.

B) BIBLIOGRAFIA

Testo consigliato:

G. JAMES-M. LIEBECK, *Representations and characters of groups*, Cambridge University Press, 1993

N.B. - Il Prof. Andrea Lucchini riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

4. Analisi funzionale (un modulo): Prof. RINALDO COLOMBO

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

5. Analisi matematica (1°, 2° unità): Prof. MARCO MARZOCCHI**A) PROGRAMMA DEL CORSO****1° unità**

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. Numeri complessi. 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, del rapporto e di condensazione. Serie assolutamente convergenti. Criterio di Leibniz. Estensioni al caso complesso.

2° unità

La derivata. 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. Formule di integrazione per sostituzione e per parti. Integrazione delle funzioni razionali. 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.

B) 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 1, Masson, Milano 1990

G. PRODI, *Analisi matematica*, Boringhieri, Torino 1970

Verranno inoltre distribuite delle dispense sui vari argomenti del corso

N.B. - Il Prof. Marco Marzocchi riceve gli studenti prima delle lezioni nel suo studio.

6. Analisi matematica (3° unità): Prof. MARCO DEGIOVANNI

Il corso è mutuato dalla prima unità di *Analisi matematica II*.

7. Analisi matematica II (1°, 2°, 3° unità): Prof. MARCO DEGIOVANNI

L'insegnamento corrisponde ad "Analisi matematica (3° unità)", "Complementi di analisi matematica" e "Approfondimenti di analisi II".

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1° unità

Spazi unitari e spazi normati. Spazi metrici, intorni, 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. Nozioni di equivalenza fra metriche. 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.

2° unità

Sistemi di equazioni differenziali ordinarie del primo ordine. Esistenza ed unicità locale per il problema di Cauchy. Soluzioni massimali. Il caso lineare. 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. Aperti semplicemente connessi. Campi di vettori solenoidali. Potenziale vettore su aperti stellati.

3° unità

Il teorema delle contrazioni. Spazi metrici compatti per ricoprimenti. I teoremi di inversione locale e delle funzioni implicite. Forme quadratiche ed autovalori. Il teorema di Fubini. La formula dell'area ed il teorema di cambiamento di variabile.

B) 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

Verranno inoltre distribuite delle dispense sui vari argomenti del corso

N.B. - Il Prof. Marco Degiovanni riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

8. Analisi numerica (I modulo - 1° unità): Prof. MAURIZIO PAOLINI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Finalità 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, calcolo di integrali definiti, problema di Cauchy.

- 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, regola falsi, corde, secanti, Newton, ordine di convergenza, test di arresto. Forma di Hörner per polinomi. Successione di Sturm per le equazioni algebriche.
- Approssimazione di funzioni: Interpolazione di Lagrange e di Lagrange composta, differenze divise e interpolazione in forma di Newton, nodi di Chebyshev, formula dell'errore. Metodo dei minimi quadrati nel discreto e nel continuo. Cenni al problema dell'ottima approssimazione.
- Integrazione numerica: Formule di quadratura di Newton-Cotes (semplici e composte), analisi dell'errore.
- Equazioni differenziali ordinarie: Cenni su alcune tecniche di approssimazione per il problema di Cauchy.

B) BIBLIOGRAFIA

V. COMINCIOLI, *Analisi Numerica, Metodi e Modelli Applicazioni*, McGraw Hill Libri Italia, Milano 1990

A. QUARTERONI, *Elementi di Calcolo Numerico*, Progetto Leonardo, Bologna 1994

N.B. - Il Prof. Maurizio Paolini riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

9. Analisi numerica (II modulo - 2° unità): Prof. MAURIZIO PAOLINI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Finalità del corso

Vengono approfonditi gli argomenti del primo modulo relativamente alla risoluzione numerica di sistemi lineari, equazioni nonlineari, approssimazione di funzioni di una variabile, calcolo di integrali definiti, problema di Cauchy. Si affronta il problema del calcolo numerico degli autovalori di matrici.

- Sistemi lineari: Metodo di Gauss-Jacobi, inversione di matrici, analisi della stabilità dell'eliminazione di Gauss. Approfondimenti sui sistemi iterativi classici. Metodo del gradiente e del gradiente coniugato; tecniche di preconditionamento.
- Equazioni nonlineari: Iterazioni di punto fisso; metodi di Muller e Bairstow; accelerazione di Aitken; cenni ai sistemi di equazioni nonlineari.
- Approssimazione di funzioni: Interpolazione di Hermite; spline cubiche; sistemi sovradeterminati; polinomi ortogonali di Chebyshev, Legendre e Laguerre; approfondimenti sul problema dell'ottima approssimazione.

- Integrazione numerica: Tecniche adattive; formule di Gauss e Gauss Lobatto; tecniche di estrapolazione (Richardson e Romberg).
- Equazioni differenziali ordinarie: Metodi Runge-Kutta; metodi multipasso e predictor/corrector; analisi della convergenza e stabilità.
- Autovalori e autovettori di matrici: Richiami di teoria; trasformazioni di similitudine elementari; localizzazione degli autovalori; metodo delle potenze e sue varianti; metodi basati sulle trasformazioni di similitudine; Metodo QR.

B) BIBLIOGRAFIA

V. COMINCIOLI, *Analisi Numerica, Metodi 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

N.B. - Il Prof. Maurizio Paolini riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

10. Analisi superiore (I e II modulo): Prof. ROBERTO LUCCHETTI

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

11. Approfondimenti di analisi II (1 unità): Prof. MARCO DEGIOVANNI

Il corso è mutuato dalla terza unità di *Analisi matematica II*

12. Approfondimenti di geometria II (1 unità): Prof. SILVIA PIANTA

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Spazi proiettivi su campi

Proprietà del reticolo dei sottospazi, riferimenti proiettivi, coordinate proiettive omogenee e cambiamenti di riferimento; equazioni dei sottospazi; spazi proiettivi e spazi affini. Spazio proiettivo duale, proposizioni grafiche, principio di dualità, teorema di Desargues. Collineazioni di uno spazio proiettivo: omologie, proiettività e loro rappresentazione analitica, teoremi fondamentali, birapporto. Correlazioni, correlazioni proiettive, polarità. Superfici algebriche reali dello spazio proiettivo complesso: ordine, punti semplici e singolari, superfici rigate e di rotazione. Quadriche: classificazione affine, sezioni piane, equazioni canoniche affini. Proprietà metriche.

B) BIBLIOGRAFIA

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

E. SERNESI, *Geometria 1*, Boringhieri, Torino 1989

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

13. Architettura degli elaboratori (1° unità): Prof. PAOLO GERARDINI

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

14. Astrofisica (un modulo): Prof. GIANCARLO CAVALLERI

Viene trattata la teoria della relatività speciale (RS), non solo alla vecchia maniera di Einstein (1905, denominata “primo livello di comprensione”) ma anche in quella più recente di Mansouri e Sexl (1977, detta “secondo livello di comprensione”) in cui viene sfatata l’aurea magica e talvolta incomprensibile dovuta al postulato di Einstein (l’invarianza della velocità della luce).

Viene evidenziato che ad ogni tipo di sincronizzazione corrispondono delle trasformazioni, non solo nella relatività einsteiniana ma anche in quella di Galileo. Si possono quindi avere l’invarianza della velocità di sola andata della luce e la *non* conservazione della simultaneità di eventi separati nella relatività galileiana e *non* in RS.

Viene infine dato un cenno al “terzo livello di comprensione” in cui la RS è vista come una conseguenza del moto di spin delle particelle elementari.

B) BIBLIOGRAFIA

G. CAVALLERI-C. BERNASCONI-E. CESARONI-E. TONNI, *Teoria della relatività*, Dispense.
Ulteriori indicazioni bibliografiche verranno date durante il corso.

N.B. - Il Prof. Giancarlo Cavalleri riceve gli studenti tutti i giorni, tranne il mercoledì, dalle ore 11 alle ore 12.30 e dalle ore 15 alle ore 16 nel suo studio.

15. Biologia

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

16. Chimica (1 unità): Prof.ssa LAURA DEPERO

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

17. Chimica generale ed inorganica: Prof. LIDIA ARMELAO**A) PROGRAMMA DEL CORSO****1. Introduzione**

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.

2. La struttura atomica

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.

3. Il legame chimico

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 (H_2 , N_2 , O_2 ...) ed eteronucleari (CO, NO), molecole poliatomiche (NH_3 , H_2O , CH_4 ), acidi e basi secondo Lewis, metalli, semiconduttori ed isolanti.

4. La materia

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.

5. La termodinamica chimica

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.

6. L'equilibrio chimico

Reazioni allo stato gassoso, Principio di Le Chatelier, 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.

7. Equilibri di fase e diagrammi di stato

Diagrammi di stato di sostanze pure (H_2O , CO_2 , 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.

8. Elettrochimica

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

9. Cinetica chimica

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

10. Elementi di Chimica Inorganica

Chimica e reattività delle principali classi di composti inorganici degli elementi tipici e di transizione. Composti di coordinazione e metallorganici. Nocività e impatto ambientale dell'industria chimica.

11. Le acque

Distribuzione e ciclo naturale, tipi, addolcimento e desalinizzazione, acqua potabile (requisiti e trattamenti), tossicità dei metalli pesanti.

12. L'atmosfera

Caratteristiche chimico-fisiche, lo strato di ozono, principali inquinanti, effetto serra.

13. Radiochimica

Radioattività, tempo di dimezzamento, datazione con ^{14}C , fissione, fusione, effetti biologici, misure di radioattività

B) BIBLIOGRAFIA

Testo consigliato:

P. ZANELLO-S. MANGANI-G. VALENSIN, *Le Basi della Chimica*, Casa Editrice Ambrosiana

N.B. - La Prof.ssa Lidia Armelao riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

18. Chimica-fisica (I e II modulo): Prof.ssa LAURA DEPERO

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

19. Complementi di analisi matematica (1 unità): Prof. MARCO DEGIOVANNI

Il corso è mutuato dalla seconda unità di *Analisi matematica II*.

20. Complementi di geometria (1 unità): Prof. SILVIA PIANTA**A) PROGRAMMA DEL CORSO****2. Elementi di topologia generale**

Dagli spazi metrici agli spazi topologici: definizione di spazio topologico ed esempi; basi di una topologia. Applicazioni continue e omeomorfismi tra spazi topologici. Sottospazi di uno spazio topologico, prodotto di spazi topologici, spazi quozienti. Assiomi di separazione. Connessione e compattezza. Varietà topologiche e varietà differenziabili.

Cenni alla teoria dell'omotopia.

B) BIBLIOGRAFIA

V. CHECCUCCI, *A. Tognoli*, E. Vesentini, *Lezioni di topologia generale*, Feltrinelli, Milano 1972
E. SERNESI, *Geometria 2*, Boringhieri, Torino 1994

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

21. Dinamica dei sistemi di particelle (1 unità): Prof. MASSIMO SANCROTTI**A) PROGRAMMA DEL CORSO****Dinamica dei sistemi di particelle.**

Il problema a due corpi e la massa ridotta. Il moto del centro di massa di un sistema di N particelle. Il momento angolare di un sistema e la sua variazione nel tempo. Energia cinetica e potenziale. Il moto di un corpo rigido. Momento d'inerzia. Energia rotazionale e traslazione di un corpo rigido. Moto giroscopico. Equilibrio statico di un corpo rigido.

Proprietà meccaniche dei fluidi.

Fluidostatica. Teorema di Bernoulli. Regimi di moto dei fluidi. Portanza. Effetti vari. Fluidi ideali e fluidi reali.

Onde ed oscillazioni.

Equazione delle onde. Onde sonore. Interferenza. Battimenti.

B) BIBLIOGRAFIA

J.M. KNUDSEN-P.G. HJORTH, *Elements of Newtonian Mechanics*, Ed. Springer

W.E. GETTYS-F.J. KELLER-M.J. SKOVE, *Fisica classica e moderna – Meccanica*, Vol. 1, McGraw-Hill, Milano

D.U. ROLLER-R. BLUM, *Fisica-Meccanica, Onde, Termodinamica*, Vol. 1, Zanichelli, Bologna

M. ALONSO-E. FINN, *Fisica*, Volume I, Ed. Masson, Milano

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

G. BERNARDINI, *Fisica Generale*, Parte I, Libreria Eredi V. Veschi, Roma

D. SETTE, *Lezioni di Fisica*, Voll. I e II, Libreria Eredi V. Veschi, Roma

R.P. FEYNMAN-R.B. LEYGHTON-M. SANDS, *La Fisica di Feynman*, Voll. I-1 & I-2, Inter European Editions, Amsterdam

N.B. - Il Prof. Massimo Sancrotti riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

22. Economia dell'ambiente (1 unità): Prof. STEFANO PAREGLIO

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. Definizioni: economia politica e politica economica; econometria; macroeconomia, economia pubblica, economia aziendale, economia del commercio internazionale; economia del lavoro; economia monetaria, economia dello sviluppo, economia dell'ambiente.
2. Microeconomia: ambito e strumenti di analisi.
3. Comportamento del consumatore: gusti e preferenze; utilità, curve di indifferenza e vincolo di bilancio; domanda individuale e di mercato; surplus del consumatore e del produttore; elasticità della domanda.
4. Teoria dell'impresa: produzione e impresa; fattori di produzione; ricavo marginale; periodo di riferimento; costi fissi e costi variabili; funzione e stadi della produzione; prodotto (e costo) totale, medio e marginale; tecnologia e combinazione ottimale dei fattori di produzione; economie e diseconomie di scala; livello ottimale di produzione; combinazione ottimale tra prodotti.
5. Forme di mercato: tipologie; concorrenza perfetta; concorrenza perfetta e benessere sociale; monopolio e differenziazione di prezzo; monopsonio e monopolio bilaterale; concorrenza monopolistica; oligopolio; tipi di coalizione.
6. Cenni di macroeconomia: contabilità e reddito nazionale; domanda e offerta aggregata; moneta; inflazione; occupazione e disoccupazione; ciclo e sviluppo.
7. Introduzione all'economia dell'ambiente: pensiero economico e ambiente; ambiente e sistema economico; ambiente, mercato e intervento pubblico;

sviluppo sostenibile; caratteristiche e valore economico dei beni ambientali; misura del valore economico dei beni ambientali; economia e politica ambientale; strumenti di analisi e di intervento di matrice neoclassica (livello ottimale di inquinamento; standard; tasse e sussidi; diritti di proprietà)

B) BIBLIOGRAFIA

Testi consigliati (la parti da approfondire verranno indicate al Corso)

(1-5) E. MANSFIELD, *Microeconomia*, Mulino, Bologna, edizione aggiornata 1997

(6) T. COZZI-S. ZAMAGNI, *Manuale di economia politica*, Mulino, Bologna, 1999

(7) I. MUSU, *Introduzione all'economia dell'ambiente*, Mulino, Bologna, 2000

N.B. - Il Prof. Stefano Pareglio riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

23. Elementi di geofisica

Il nome del docente e il programma verranno comunicati successivamente.

24. Elementi di meccanica newtoniana (1 unità): Prof. MASSIMO SANCROTTI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Nozioni introduttive.

Scopi della fisica e metodo scientifico. La definizione operativa delle grandezze fisiche. Indici di stato. Grandezze fondamentali e derivate. Sistemi di unità di misura. Misura del tempo. Misura della lunghezza. Grandezze vettoriali e grandezze scalari.

Il moto: nozioni cinematiche.

Sistemi di riferimento. Spostamento. Traiettorie. Velocità e accelerazione. Moto uniforme. Moto uniformemente accelerato. Moto circolare uniforme. Moto di un punto su una traiettoria qualsiasi. Accelerazione tangenziale e normale. Composizione e scomposizione dei moti.

Il moto: la dinamica newtoniana.

Il principio d'inerzia e i sistemi di riferimento inerziali. La massa. La quantità di moto. La forza. La seconda legge di Newton. Il principio di azione e reazione e la conservazione della quantità di moto. L'impulso. Momento di una forza. Momento angolare. L'integrazione dell'equazione del moto per alcuni tipi di forze. Forza costante. Forza elastica e moto armonico. Caduta dei gravi. Forze d'attrito. Interazioni fondamentali. Applicazioni della conservazione della quantità di moto. Fenomeni impulsivi.

La relatività del moto.

Il principio di relatività. Le trasformazioni di Galileo. Il moto in sistemi di

riferimento non inerziali e le pseudo-forze a. Pseudo-forza centrifuga e pseudo-forza di Coriolis. Il pendolo di Foucault. Principio di equivalenza. Cenni di relatività ristretta.

Energia.

Lavoro e energia cinetica. Forze conservative e energia potenziale. Le forze centrali come forze conservative. Forza come gradiente dell'energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Esempio dei moti oscillatori semplici, smorzati e forzati. Urti elastici e anelastici.

Gravitazione.

Leggi di Keplero. Legge di gravitazione universale. Il campo gravitazionale. La forza di gravitazione come forza centrale. Il momento angolare e la sua conservazione in campi di forze centrali. Classificazione delle orbite in un campo gravitazionale. Massa inerziale e massa gravitazionale.

B) BIBLIOGRAFIA

J.M. KNUDSEN-P.G. HJORTH, *Elements of Newtonian Mechanics*, Ed. Springer

W.E. GETTYS-F.J. KELLER-M.J. SKOVE, *Fisica classica e moderna – Meccanica*, Vol. 1, McGraw-Hill, Milano

D.U. ROLLER-R. BLUM, *Fisica-Meccanica, Onde, Termodinamica*, Vol. 1, Zanichelli, Bologna

M. ALONSO-E. FINN, *Fisica*, Volume I, Ed. Masson, Milano

C. MENCUCCHINI-V. SILVESTRINI, *Meccanica e Termodinamica*, Ed. Liguori

G. BERNARDINI, *Fisica Generale*, Parte I, Libreria Eredi V. Veschi, Roma

D. SETTE, *Lezioni di Fisica*, Voll. I e II, Libreria Eredi V. Veschi, Roma

R.P. FEYNMAN-R.B. LEYGHTON-M. SANDS, *La Fisica di Feynman*, Voll. I-1 & I-2, Inter European Editions, Amsterdam

N.B. - Il Prof. Massimo Sancrotti riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

25. Elettrodinamica e onde: Prof. GABRIELE FERRINI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. *Optica fisica* Equazioni delle onde per i campi elettrico e magnetico - Onde armoniche piane - Velocità di gruppo e di fase - Vettore di Poynting - Irradianza.
2. *Polarizzazione* Polarizzazione lineare, circolare ed ellittica - Matrici di Jones - Riflessione e rifrazione : TE e TM - Coefficienti di riflessione e trasmissione - Riflessione interna ed esterna - Angolo di Brewster - Matrice di riflessione.
3. *Coerenza ed interferenza* Esperimento di Young - Teoria della coerenza parziale - Funzioni di correlazione e autocorrelazione - Visibilità di frangia - Tempo e lunghezza di coerenza - Risoluzione spettrale di un treno d'onda finito - Trasformata di Fourier - Spettro di potenza - Coerenza spaziale trasversale e longitudinale.

4. *Diffrazione* Formula di Green - Formula integrale di Kirchhoff-Fresnel - Interpretazione del principio di Huyghens - Diffrazione di Fraunhofer - Figura di diffrazione per una fenditura.

5. *Relatività speciale* Trasformazioni di Galileo - Invarianza delle equazioni di Newton e non invarianza delle equazioni di Maxwell - Esperimento di Michelson-Morley - Postulati di Einstein - Simultaneità, contrazione delle lunghezze, dilatazione dei tempi - Trasformazioni di Lorentz - Legge di composizione delle velocità - La struttura dello spazio tempo - Il quadrivettore energia-momento - Generalizzazione relativistica della legge di Newton - Quadricorrente e legge di conservazione della carica in forma covariante - Gauge di Lorentz - Tensore del campo elettromagnetico - Leggi di trasformazione dei campi elettrico e magnetico - Generalizzazione relativistica della forza di Lorentz.

B) BIBLIOGRAFIA

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

FOWLES, *Introduction to modern optics*, Dover, USA

N.B. - Il Prof. Fausto Borgonovi riceve gli studenti il martedì e il giovedì dopo le lezioni.

26. Elettromagnetismo (1° unità): Prof. FAUSTO BORGONOVÌ

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. *Analisi Vettoriale* Operazioni con i vettori - Gradiente - Divergenza - Rotore - Laplaciano - Tensore di Ricci - Teoremi fondamentali del gradiente, della divergenza e del rotore - Distribuzione delta di Dirac.

2. *Elettrostatica nel vuoto* Il problema generale dell'elettrostatica - Le linee del campo elettrico - Il flusso - Il teorema di Gauss - Il potenziale elettrostatico - Equazioni di Laplace e di Poisson - Condizioni al contorno per il campo ed il potenziale elettrostatici - Energia potenziale di un sistema di N cariche puntiformi e di una distribuzione di carica - Conduttori - Induzione elettrostatica - Teorema di Coulomb - Teorema della media - Problema di Neumann e di Dirichlet - Metodo delle cariche immagine - Pressione elettrostatica - Condensatori - Coefficienti di capacità e di induzione - Energia di un sistema di conduttori - Forza su un conduttore.

3. *Elettrostatica nei mezzi materiali* Potenziale di un dipolo - Sviluppo in multipoli - Momento di dipolo e di quadrupolo - Forza e coppia su di un dipolo in un campo elettrico - Polarizzazione per orientamento e deformazione - Campo elettrico generato da un materiale polarizzato - Cariche di polarizzazione - Teorema di

Gauss nei dielettrici - Il vettore spostamento elettrico - Dielettrici lineari - Polarizzazione - Energia - Equazione di Clausius-Mossotti - Equazione di Langevin.

4. *Correnti* Corrente stazionaria - Densità di corrente - Legge di Ohm - Resistenza elettrica - Forza elettromotrice - Pila - Reti elettriche Circuiti elettrici in corrente continua - Legge di Ohm generalizzata - Principi di Kirchhoff - Metodo dei nodi e delle correnti di maglia.

B) BIBLIOGRAFIA

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

C. MENCUCCINI-V. SILVESTRI, *Fisica II (Elettromagnetismo e Ottica)*, Liguori, Napoli

M. NIGRO-C. VOCI, *Problemi di fisica generale. Elettromagnetismo e ottica*, Cortina, Pavia

G. BENDISCIOLI-G.C. MANTOVANI, *Esercizi di fisica generale. Problemi e quesiti di elettromagnetismo e ottica fisica*, La Goliardica Pavese, Pavia

N.B. - Il Prof. Fausto Borgonovi riceve gli studenti il martedì e il giovedì dopo le lezioni.

27. Elettromagnetismo (2° unità): Prof. FAUSTO BORGONOV

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. *Magnetostatica nel vuoto* Forza di Lorentz - Forza tra due fili percorsi da corrente - Legge di Biot-Savart - Legge della circuitazione di Ampere - Divergenze e rotore di B - Potenziale vettore magnetico - Condizioni al contorno per il potenziale magnetico vettore ed il campo magnetico.

2. *Magnetostatica nei mezzi materiali* Sviluppo in multipoli - Momento magnetico - Campo magnetico generato da una piccola spira - Coppia e forza su un dipolo magnetico - Energia di un dipolo - Precessione di un corpo carico in un campo magnetico - Paramagnetismo - Diamagnetismo - Correnti di magnetizzazione - Il vettore H - Condizioni al contorno per B e H in presenza di mezzi materiali - Suscettività magnetica - Permeabilità magnetica - Mezzi lineari.

3. *Forza elettromotrice indotta* Flusso tagliato e flusso concatenato - Induttanza - Mutua induttanza - Energia magnetica - Corrente di spostamento e di polarizzazione.

4. *Reti elettriche in regime quasi stazionario* Circuiti RLC - Analisi delle correnti nel periodo transitorio e nel regime permanente - Correnti alternate - Reattanza - Impedenza e ammettenza - Metodo simbolico - Potenza assorbita da un circuito

5. *Le equazioni di Maxwell* Equazioni nel vuoto e nella materia - Condizioni al contorno - Conservazione della carica - Conservazione del momento - Tensore

degli sforzi di Maxwell - Equazione delle onde per i potenziali elettromagnetici - Gauge di Lorentz.

B) BIBLIOGRAFIA

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

C. MENCUCCINI-V. SILVESTRINI, *Fisica II (Elettromagnetismo e Ottica)*, Liguori, Napoli

M. NIGRO-C. VOCI, *Problemi di fisica generale. Elettromagnetismo e ottica*, Cortina, Pavia

G. BENDISCIOLI-G.C. MANTOVANI, *Esercizi di fisica generale. Problemi e quesiti di elettromagnetismo e ottica fisica*, La Goliardica Pavese, Pavia

N.B. - Il Prof. Fausto Borgonovi riceve gli studenti il martedì e il giovedì dopo le lezioni.

28. Esperimentazioni di fisica III (I e II modulo): Prof. LUIGI SANGALETTI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

I modulo

L'esame relativo al primo modulo consiste in una prova orale sui seguenti argomenti trattati durante le lezioni:

1. *Interferenza e Coerenza delle Onde Elettromagnetiche* [FOW Cap. 3 e Cap.4]
Richiami di teoria (principio di sovrapposizione lineare, esperimento di Young, teoria della coerenza, visibilità delle frange, tempo di coerenza e lunghezza di coerenza, risoluzione spettrale di un treno d'onda finito, coerenza spaziale)
Interferometri e loro applicazioni (interferometro di Michelson e di Mach-Zender, spettroscopia a trasformata di Fourier)
Interferenza a raggio multiplo: interferometro di Fabry-Perot
Teoria dei multistrati e applicazioni

2. *Diffrazione* [FOW Cap. 5; PED Cap. 17]
Richiami di teoria (diffrazione da una fenditura singola e da una coppia di fenditure)
Diffrazione da una fenditura circolare. Risoluzione laterale di strumenti ottici
Diffrazione da una molteplicità di fenditure
Diffrazione alla Fresnel. Applicazioni

3. *Polarizzazione e propagazione della luce nei cristalli* [FOW Cap. 2.1-5 e Cap.6.8-11, PED Cap.15.1-5]
Richiami di teoria (Matrici di Jones)
Equazioni di Fresnel. Polarizzazione per riflessione all'angolo di Brewster

Dicroismo e birifrangenza

Propagazione in cristalli anisotropi

Elementi polarizzatori (Lamine $1/4$ e $1/2$, prismi polarizzatori, compensatore di Babinet-Soleil)

Effetti magneto-ottici ed elettro-ottici

Cenni di ottica non-lineare

Diffusione della luce

4. *Ray optics* [FOW Cap.10]

Lenti e specchi.

Ray equations. Cavit  ottiche.

5. *Spettrometri: sorgenti, elementi dispersivi e rivelatori* [PED Cap. 2 e Cap. 17; MIL Cap.2 e Cap. 3, DEN Cap. 2, LEO Cap.8, Cap.10 e Cap. 11.1-4; FOW Cap. 9]

Sorgenti (lampade e righe, lampade con emissione nel continuo, corpo nero)

Sorgenti coerenti. Il laser.

Elementi dispersivi (reticolo di diffrazione e Fabry-Perot, potere risolvante, intervallo spettrale libero)

Rivelatori (Caratteristiche generali, Risposta, rapporto S/N, costante di tempo, rumore, Rivelatori termici: termocoppia, termopila, Rivelatori quantistici: PMT, fotoresistenza, fotodiodi a vuoto)

Cenni sui semiconduttori. Giunzione p/n e diodo semiconduttore

6. *Interazione di particelle cariche e fotoni con la materia* [SEG Cap.2; LEO Cap.2, appunti lezioni]

Sezione d'urto e libero cammino medio

Raggi a e raggi b (Diffusione alla Rutherford, Lunghezza di penetrazione e scattering multiplo; Perdita di energia di una particella carica; Radiazione di Bremsstrahlung)

Fotoni (assorbimento, effetto fotoelettrico, produzione di coppie)

Cenni ai rivelatori per la fisica nucleare e subnucleare (rivelatori a gas, rivelatori a semiconduttore, scintillatori, camere a multifilo)

Il modulo

Allestimento di esperienze di fisica moderna in gruppi di $3/4$ studenti per ogni esperienza. Ciascun gruppo di studenti si far  carico di una esperienza da scegliere tra le seguenti:

1. Spettroscopia ottica UV/VIS. Misure di spettri di emissione da lampade a scarica e misure di luminescenza da cristalli e film sottili.

2. Interferometria. Costruzione di interferometri di Michelson e Mach-Zender. Misura dell'indice di rifrazione dei gas al variare della pressione e dell'indice di rifrazione di lamine sottili trasparenti.
3. Ellissometria. Misure ellissometriche da strati sottili o da wafer di silicio. Misure di birifrangenza. Misure dell'angolo di Brewster.

La prova d'esame per il secondo modulo consiste nella presentazione e nella discussione di un elaborato scritto sull'allestimento dell'apparato strumentale e sulle misure eseguite in laboratorio.

B) BIBLIOGRAFIA

I modulo:

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

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

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

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

SEG: E. SEGRÈ, *Nuclei e Particelle*, Zanichelli, Bologna

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

N.B. - Il Prof. Luigi Sangaletti riceve gli studenti come da avvisi esposto all'albo.

29. Fisica (1 unità): Prof. ANTONIO BALLARIN DENTI

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

30. Fisica dei biosistemi (I modulo): Prof. MARIO COMPIANI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Sistemi mesoscopici e introduzione alla teoria dei processi stocastici. Fluttuazioni e cinetica. Approccio mesoscopico e termodinamica. Meccanismi di amplificazione delle fluttuazioni: fenomeno dell'opalescenza critica. Il random flight simmetrico. Calcolo della densità di probabilità sia per il moto libero che in presenza di barriera riflettente ed assorbente. Deduzione delle condizioni al contorno. Calcolo del flusso entrante in una barriera assorbente e legge di Fick. Decadimento di fluttuazioni di concentrazione. Urna di Ehrenfest. Descrizione tramite master equation ed equazione di Fokker-Planck. Andamento temporale dei valori medi. Soluzione stazionaria dell'equazione di Fokker-Planck. Processi Markoviani e gerarchia di funzioni di probabilità. Equazione di Chapman-Kolmogorov. Deduzione della master equation da proprietà generali delle funzioni di probabilità. Analogia con l'equazione di Boltzmann.

Deduzione della equazione di Fokker-Planck dall'equazione di Chapman-Kolmogorov. Relazione con l'equazione di Liouville. Deduzione delle espansioni forward e backward di Kramers-Moyal.

Il moto Browniano monodimensionale. Equazione di Langevin. Rumore bianco e rumore colorato. Processo di Ornstein-Uhlenbeck. Teorema del limite centrale. Metodo di Markoff per l'addizione di variabili aleatorie indipendenti. Risoluzione generale del problema del moto Browniano. Calcolo dei coefficienti delle espansioni di Kramers-Moyal a partire dall'equazione di Langevin e troncamento dell'espansione. Teorema di fluttuazione e dissipazione. Teorema di Liouville ed equazione di Liouville stocastica. Equazione di diffusione e problemi di permeazione di membrane. Deduzione delle radiation boundary conditions.

Introduzione alle teorie cinetiche. Cinetiche chimiche deterministiche e cinetiche stocastiche a confronto. Il caso della migrazione intramolecolare di ligandi in proteine. Concetto di coordinata di reazione. Teoria cinetica degli urti. Funzioni di partizione. Teoria dello stato di transizione. Reazioni chimiche controllate dalla diffusione. Fenomeni di coagulazione. Modellizzazione della reattività chimica secondo Kramers. Limiti di alta e bassa frizione. Concetto e calcolo dei tempi di primo passaggio. Calcolo di velocità di reazioni coinvolgenti molecole dotate di dinamica interna. Formalismo misto di tipo Fokker-Planck e master equation. Diffusione e fenomeni di gating. Risoluzione dell'equazione di Fokker-Planck stazionaria e cambiamento di variabili. Autofunzioni e autovalori dell'operatore di Fokker-Planck.

B) BIBLIOGRAFIA

- S. CHANDRASEKHAR, *Stochastic problems in physics and astronomy*, Rev. Mod. Phys., 15, 1-89, 1943
- H. RISKEN, *The Fokker-Planck Equation*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1984
- R. SERRA-G. ZANARINI-M. ANDRETTA-M. COMPIANI, *Introduzione alla Fisica dei Sistemi Complessi*, Clueb, Bologna 1984. Edizione inglese: *Introduction to the Physics of Complex Systems*, Pergamon Press, Oxford 1986
- M. DOI, *Introduction to Polymer Physics*, Oxford University Press, Oxford 1997

N.B. - Il Prof. Mario Compiani riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

31. Fisica dell'ambiente (I e II modulo): Prof. ANTONIO BALLARIN DENTI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Energia e ambiente: fonti, trasformazioni, impatti

Energia da combustibili fossili: macchine termiche, macchine a combustione interna. Inquinamento da macchine a combustione interna.

Produzione di elettricità. Conversione e trasporto di energia.

La refrigerazione, le pompe di calore.

Fonti energetiche rinnovabili: energia solare termica e fotovoltaica, energia eolica, energia idrica, l'energia da biomasse e da rifiuti.

Le celle a combustibile.

L'energia nucleare da fissione e da fusione.

Origine, trasformazione e trasporto di inquinanti

Proprietà fisico-chimiche e biologiche degli inquinanti: gas, aerosol, composti inorganici e metalli pesanti, composti organici e POPs, biocidi e fitofarmaci.

Diffusione e trasporto di inquinanti in atmosfera.

Trasporto nelle acque superficiali e sotterranee.

Plumes gaussiani, jets e plumes turbolenti.

Fisica del articolato aerodisperso: trasporto, deposizione e formazione degli aerosol.

La radioattività e la radioprotezione

I rivelatori di radiazioni ionizzanti e le misure di radioattività ambientale.

Radioisotopi di uso medico e industriale: impieghi e tecniche di laboratorio.

La gestione delle scorie da processi di fissione nucleare.

Effetti biologici delle radiazioni a livello molecolare, di individuo e di popolazione.

Radiazioni e sicurezza: unità di misura, attività, dose, dose equivalente, legislazione.

I campi elettromagnetici

Campi elettromagnetici ad alta e bassa frequenza: sorgenti, misure, effetti biologici, protezione e normative.

Il rumore

Richiami di acustica, velocità del suono, scala decibel.

Impedenza, intensità, potenza acustica.

Percezione umana e criteri di rumore.

Mitigazione, isolamento, controllo attivo del suono.

Spettroscopia e misure ambientali

Richiami di spettroscopia: spettri atomici e molecolari, scattering di Raman e Rayleigh.

Spettroscopia a emissione di raggi X (XRF).

Spettroscopia di fluorescenza (LIFIS).

Spettroscopia NMR ed ESR.

Telespettroscopia, LIDAR, DOAS, sensori satellitari.

Applicazioni della fisica ambientale

I cambiamenti climatici e l'effetto serra.

La distruzione dell'ozono stratosferico.

L'inquinamento transfrontaliero e le deposizioni acide ed eutrofizzanti.

L'inquinamento atmosferico in ambiente urbano e rurale.

Qualità e disponibilità delle acque.

Il degrado fisico del suolo.

Tecnologie ed impianti di gestione dei rifiuti urbani e industriali.

I rischi tecnologici e naturali.

Indicatori fisici di sostenibilità ambientale.

Scienza, società e ambiente

Le istituzioni di controllo ambientale

Gli accordi internazionali

I programmi di ricerca e monitoraggio internazionali

Le normative comunitarie, nazionali.

Le competenze di regioni ed enti locali.

La struttura dell'ANPA e delle ARPA regionali.

Questioni di etica ambientale.

B) BIBLIOGRAFIA

Testi consigliati

E. BOEKER-R. VAN GRONDELLE, *Environmental Physics*, John Wiley & Sons, 1995

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY, *Environment in the European Union at the Turn of the Century*,
EEA, Copenhagen, 1999

Testi ausiliari

J.L. MONTEITH-M. UNSWORTH, *Principles of Environmental Physics*, Arnold, 1990

G.F. KNOLL, *Radiation Detection and Measurement*, John Wiley & Sons

MARTIN-S.A. HARBISON, *An Introduction to Radiation Protection*, Science Paperbacks

E. SGRECCIA-M.B. FISSO, *Etica dell'Ambiente*, Medicina e Morale, suppl. n.3, 1997

N.B. - Il Prof. Antonio Ballarin Denti riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

32. Fisica dell'atmosfera (un modulo): Prof. MAURIZIO MAUGERI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

L'atmosfera terrestre: caratteristiche generali, composizione, struttura verticale,

evoluzione ed interazione con gli altri comparti del sistema climatico. Analogie e differenze tra l'atmosfera terrestre e le atmosfere degli altri pianeti del sistema solare.

Interazione dell'atmosfera e degli altri comparti del sistema climatico con la radiazione solare. Emissione ed assorbimento di radiazione ad onda lunga da parte della superficie terrestre e dell'atmosfera. Bilanci radiativi e bilanci energetici; bilanci per fasce latitudinali e relativo ruolo della circolazione atmosferica ed oceanica a grande scala.

Termodinamica dell'atmosfera: variazione della pressione con la quota e densità dell'aria. Il vapore acqueo in atmosfera. Equazione di stato per l'aria secca e sua correzione per l'aria umida. Il primo principio della termodinamica applicato all'atmosfera; trasformazioni adiabatiche per aria secca ed umida. Gradiente termico e relativa influenza sui moti convettivi.

Forze che agiscono sull'atmosfera e leggi fondamentali di conservazione. Cenno all'utilizzo dei modelli di circolazione generale per la previsione delle condizioni meteorologiche.

Fattori naturali ed antropici responsabili della variabilità e dei cambiamenti climatici. Possibile ruolo dei gas serra nel riscaldamento del XX secolo.

Metodi per la ricostruzione del clima del passato e discussione critica dell'analisi di serie storiche strumentali. Problemi connessi con l'omogeneità e l'affidabilità delle serie storiche e tecniche utilizzate per individuare e valutare la significatività di eventuali trend. Principali segnali evidenziati a scala planetaria, emisferica, europea ed italiana.

B) BIBLIOGRAFIA

Testi consigliati

J.M WALLACE- P.V. HOBBS, *Atmospheric Sciences - an introductory survey*, Academic Press, 1977

D.L. HARTMANN, *Global Physical Climatology*, Academic Press, 1994

N.B. - Il Prof. Maurizio Maugeri riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

33. Fisica delle superfici (I e II modulo): Prof. MASSIMO SANCROTTI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

I Modulo

Motivazioni di base in Fisica delle Superfici e delle Nanostrutture.

Metodi di preparazione di superfici, adsorbati, interfacce, nanostrutture.

Morfologia e struttura di superfici, adsorbati ed interfacce.
Termodinamica delle superfici e delle interfacce.
Elementi di base di adsorbimento su superfici.
Elementi di base su interazione radiazione-materia in fisica delle superfici.

II Modulo

Eccitazioni vibrazionali ed elettroniche in fisica delle superfici.
Elementi di magnetismo di superfici, interfacce e nanostrutture.
Metodi sperimentali in Fisica delle Superfici e delle Nanostrutture.
Seminari su alcuni casi scientifici di speciale rilevanza.

B) BIBLIOGRAFIA

A. ZANGWILL, *Physics at surfaces*, Cambridge University Press
H. LÜTH, *Surfaces and Interfaces of Solid Materials*, Springer
M-C. DESJONQUÈRES AND D. SPANJAARD, *Concepts in surface physics*, Springer,
D.P. WOODRUFF -T.A. DELCHAR, *Modern Techniques of Surface Science*, Cambridge University Press
J.A. VENABLES, *Introduction to Surface and Thin Film Processes*, Cambridge University Press
ARTHUR A. ADAMSON, *Physical chemistry of surfaces*, Wiley
SURFACE SCIENCE, *The First Thirty Years*, Ed. by C. B. Duke, Elsevier

N.B. - Il Prof. Massimo Sancrotti riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

34. Fisica dello stato solido (I modulo): Prof. MARCO FINAZZI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. Le strutture cristalline
 - 1.1. Operazioni di simmetria nei cristalli
 - 1.2. Reticoli di Bravais e vettori primitivi
 - 1.3. Esempi di strutture cristalline
 - 1.4. Il reticolo reciproco
 - 1.5. Piani reticolari e loro indici
 - 1.6. Zone di Brillouin
2. La diffrazione nei cristalli
 - 2.1. Leggi di von Laue e di Bragg
 - 2.2. Fattori di struttura
 - 2.3. Fattori atomici di diffusione
 - 2.4. Fattore di Debye-Waller
 - 2.5. Esempi: diffrazione di raggi-X, neutroni, elettroni.

3. Proprietà generali degli stati elettronici in un cristallo
 - 3.1. Approssimazione di Born-Oppenheimer
 - 3.2. Simmetrie spaziali ed autostati dell'hamiltoniana
 - 3.3. Teorema di Bloch
 - 3.4. Bande di energia
 - 3.5. Momento cristallino
 - 3.6. Simmetria delle bande e loro degenerazioni
 - 3.7. Singolarità di van Hove
 - 3.8. Occupazione delle bande, densità di livelli
 - 3.9. Distinzione fra metalli ed isolanti; superficie di Fermi
4. Struttura delle bande elettroniche
 - 4.1. Approssimazione ad elettroni indipendenti
 - 4.2. Elettroni quasi liberi
 - 4.2.1. Teoria delle perturbazioni e potenziali periodici deboli
 - 4.2.2. Livelli di energia in prossimità di un piano di Bragg
 - 4.2.3. Onde piane ortogonalizzate
 - 4.2.4. Teoria dello pseudopotenziale
 - 4.3. Elettroni fortemente legati
 - 4.3.1. Cristalli ionici
 - 4.3.2. Il metodo della combinazione lineare di orbitali atomici
 - 4.4. Altri metodi per il calcolo delle bande
 - 4.4.1. Potenziali Muffin-tin
 - 4.4.2. Il metodo Augmented Plane Wave
 - 4.4.3. Funzioni di Green
 - 4.5. Effetti relativistici e separazioni spin-orbita
 - 4.6. Esempi
 - 4.6.1. Metalli alcalini
 - 4.6.2. Metalli nobili
 - 4.6.3. Metalli divalenti e trivalenti
 - 4.6.4. Semimetalli
 - 4.6.5. Metalli di transizione
 - 4.6.6. Terre rare
 - 4.6.7. Leghe
 - 4.6.8. Semiconduttori
5. Correlazioni elettroniche
 - 5.1. Equazione di Hartree-Fock
 - 5.2. Screening
 - 5.3. Liquidi di Fermi

6. Vibrazioni reticolari
 - 6.1. Onde reticolari
 - 6.2. Modello armonico unidimensionale
 - 6.3. Modello armonico tridimensionale
 - 6.4. Curve di dispersione
 - 6.5. I modi normali
 - 6.6. I fononi
 - 6.7. Calore specifico vibrazionale
 - 6.8. Effetti anarmonici
7. Metodi sperimentali di osservazione delle onde vibrazionali nei solidi
 - 7.1. Propagazione del suono
 - 7.2. Assorbimento infrarosso
 - 7.3. Diffusione delle onde elettromagnetiche
 - 7.4. Diffusione dei neutroni
 - 7.5. Diffusione dei raggi X

B) BIBLIOGRAFIA

Testi consigliati:

N.W. ASHCROFT, N.D. *Mermin Solid State Physics*, Holt Saunders International Editions
F. BASSANI-U.M. GRASSANO, *Fisica dello Stato Solido*, Bollati Boringhieri
G. GROSSO-G. PASTORI PARRAVICINI, *Solid State Physics*, Academic Press
C. KITTEL, *Introduzione alla Fisica dello Stato Solido*, Bollati Boringhieri

N.B. - Il Prof. Marco Finazzi riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

35. Fisica dello stato solido (II modulo):

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

36. Fisica generale II: Prof. FAUSTO BORGONOVÌ

Il corso di Fisica generale II è suddiviso in 3 parti mutate rispettivamente da *Elettromagnetismo* (1° e 2° unità), *Elettronica e onde*.

37. Fluidodinamica (I modulo): Prof. MARCO PILOTTI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Proprietà dei fluidi

Comportamento fluido e solido dei materiali. Il modello di Maxwell-Voight. Grandezze della meccanica dei fluidi e unità di misura. Densità e peso specifico. Comprimità. Tensione superficiale. Pressione di evaporazione. Viscosità. Fluidi non newtoniani. Assorbimento dei gas. Equazioni di stato. Valori numerici.

Schemi di mezzo continuo

Derivate sostanziali. T.ma di Reynolds. Equazione di continuità in forma cardinale ed indefinita; sue conseguenze. Tensore degli sforzi. Equazioni del moto in forma cardinale ed indefinita. Equazioni termodinamiche cardinali.

Statica dei fluidi

Equazione globale ed indefinite dell'equilibrio statico dei fluidi. Statica dei fluidi pesanti. Equilibrio relativo. Galleggiamento. Fenomeni di capillarità

Esempi applicativi: Forze idrostatiche contro superfici piane e gobbe. Spinta sopra corpi immersi. Profili teorici di p in atmosfera.

Cinematica dei fluidi

Analisi della velocità di deformazione infinitesima: traslazione, rotazione, deformazione. Accelerazione. Vorticità. Traiettorie, linee di corrente e linee di emissione. Potenziali scalare e vettore.

Dinamica dei fluidi ideali.

Equazioni meccaniche dei fluidi ideali. Il teorema di Bernoulli: sua interpretazione geometrica ed energetica. Moti geostrofici e baroclinici. Limitazioni dello schema di fluido ideale. Moti irrotazionali e isocori.

Esempi applicativi: Esempi di applicazione del T.ma di Bernoulli. Esempi di situazioni reali approssimabili mediante l'utilizzo di potenziali scalari e vettore.

Dinamica dei fluidi viscosi

Equazioni meccaniche dei fluidi viscosi, in forma globale e indefinita. Formulazione adimensionale delle equazioni di Navier Stokes. Esempi di integrazione su domini elementari. Moti con basse velocità: filtrazione e cenni di lubrificazione.

Eq.ni del moto permanente per le correnti.

Esperimento di Reynolds. Il moto turbolento medio. Aspetti del moto turbolento medio: eq.ni di Reynolds e modelli di turbolenza.

Esempi applicativi: correnti in pressione; Utilizzo della equazione cardinale del moto in forma integrale per la determinazione di quantità di interesse ingegneristico: perdita di Borda e T.ma di Kutta-Joukowski

Nozioni di Strato limite

Generalità; eq.ni di Prandtl. Strato limite su lastra piana.

Correnti a superficie libera

Caratteri generali. Caratteristiche energetiche. Moto uniforme e profondità critica. Scale di portata.

B) BIBLIOGRAFIA

F.M. WHITE, *Fluid mechanics*, Mac-Graw Hill, 1999

E. MARCHI-A. RUBATTA, *Meccanica dei Fluidi: principi e applicazioni idrauliche*, Ed. UTET, Torino

A. GHETTI, *Idraulica*, Cortina, Padova

Testi di consultazione consigliati

Relativamente all'impostazione generale del corso:

D.J. TRITTON, *Physical Fluid Dynamics*, Oxford Science Publications, 1988

Relativamente alle nozioni di strato limite e di turbolenza:

H. SCHLICHTING, *Boundary Layer Theory*, McGraw-Hill, New York 1979

Relativamente alle correnti a superficie libera:

G. DE MARCHI - D. CITRINI - G. NOSEDA, *Nozioni di Idraulica*, Edagricole, Bologna 1977

F.M. HENDERSO, *Open Channel Flow*, MacMillan Publishing Inc., New York 1966

V.T. CHOW, *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill, 1959

N.B. - Il Prof. Marco Pilotti riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

38. Fondamenti della matematica (un modulo): Prof. ANTONINO VENTURA

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. *La filosofia della matematica nel pensiero antico e medievale*

- a) La dottrina pitagorica e il matematicismo
- b) La conoscenza matematica in Platone e Aristotele
- c) L'organizzazione deduttiva del sapere matematico nel sistema di Euclide
- d) L'oggetto e il metodo della matematica secondo Tommaso d'Aquino

2. *La filosofia della matematica nel pensiero moderno*

- a) I fondamenti della deduzione in Galileo
- b) Il razionalismo matematico di Cartesio
- c) 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 predicativistica e il concettualismo
- e) Il “programma hilbertiano”

5. *I teoremi di incompletezza e il superamento di una concezione puramente formalistica della matematica*

- a) Il sistema PRA
- b) Rappresentazione in PRA della sintassi di una teoria formale e condizioni di derivabilità
- c) I teoremi di Gödel
- d) Conseguenze dei teoremi di Gödel

6. *Linee essenziali e orientamenti delle ricerche sui fondamenti della matematica nel periodo successivo alla formulazione dei teoremi di Gödel*

B) 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

Ulteriori indicazioni bibliografiche saranno comunicate durante il corso

N.B. - Il Prof. Antonino Ventura riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

39. Fondamenti dell'informatica (I e II modulo): Prof.ssa GIOVANNA GAZZANIGA

A) PROGRAMMA DEL CORSO

I modulo

Rappresentazione ed analisi di algoritmi

Principi di funzionamento di un elaboratore elettronico, con particolare riferimento ad un personal computer

Sintassi e semantica di un linguaggio di programmazione

Codifica dei dati

Progetto di programmi con l'utilizzo di un linguaggio di programmazione

Metodologie di programmazione

Automi e grammatiche

Elementi di calcolabilità

Funzioni calcolabili

Questioni relative alla correttezza di algoritmi e programmi

Il modulo

Problemi di complessità computazionale

Strutture astratte di dati e loro memorizzazione

Confronto tra diversi paradigmi di programmazione

Cenni alle Basi di Dati

Analisi del ciclo di vita di un programma

Il software di sistema

Cenno ai sistemi operativi

Funzioni di un compilatore

Struttura di un sistema di calcolo

Cenni sull'evoluzione delle architetture informatiche e telematiche

B) BIBLIOGRAFIA

C. BATINI-L. CARLUCCI AJELLO-M. LENZERINI-A. MARCHETTI SPACCAMELA-A. MIOLA, *Fondamenti di programmazione dei calcolatori elettronici*, Franco Angeli, Milano 1991

BELLINI-GUIDI, *Guida al linguaggio C*, McGraw-Hill, 1995

KELLEY-POHL, *C – Didattica e Programmazione*, Addison-Wesley, 1996

M. ITALIANI-G. SERAZZI, *Elementi di Informatica*, ETAS Libri, 1993

G. CIOFFI-V. FALZONE, *Manuale di Informatica*, (terza edizione), Calderini, Bologna 1993

D. MANDRIOLI-C. GHEZZI, *Theoretical foundation of computer science*, John Wiley & Sons, 1987

C) AVVERTENZE

Il corso verrà svolto parte in aula, con lezioni teoriche, e parte in Laboratorio di Informatica, con apposite esercitazioni mirate a fornire una conoscenza operativa degli argomenti trattati in classe.

L'esame del I modulo consta di una prova scritta e di una eventuale discussione orale. La prova scritta consiste nella redazione di un programma e nella risoluzione di alcuni esercizi su questioni trattate nel corso.

L'esame del II modulo consiste in una discussione orale nella quale lo studente dovrà dimostrare la conoscenza degli argomenti in programma e la padronanza degli esercizi svolti e proposti nelle esercitazioni.

N.B. - La Prof.ssa Giovanna Gazzaniga riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

40. Fondamenti dell'informatica (1 unità) (c.so laurea in Sc. ambiente):

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

41. Fondamenti di informatica (1°, 2° unità): Prof. GIOVANNA GAZZANIGA**A) PROGRAMMA DEL CORSO***1° unità*

Rappresentazione ed analisi di algoritmi

Principi di funzionamento di un elaboratore elettronico, con particolare riferimento ad un personal computer

Sintassi e semantica di un linguaggio di programmazione

Codifica dei dati

Progetto di programmi con l'utilizzo di un linguaggio di programmazione

Metodologie di programmazione

Automi e grammatiche

Elementi di calcolabilità

2° unità

Problemi di complessità computazionale

Strutture astratte di dati e loro memorizzazione

Confronto tra diversi paradigmi di programmazione

Cenni alle Basi di Dati

Analisi del ciclo di vita di un programma

Il software di sistema

Cenno ai sistemi operativi

B) BIBLIOGRAFIA

C. BATINI-L. CARLUCCI AJELLO-M. LENZERINI-A. MARCHETTI SPACCAMELA-A. MIOLA, *Fondamenti di programmazione dei calcolatori elettronici*, Franco Angeli, Milano 1991

BELLINI-GUIDI, *Guida al linguaggio C*, McGraw-Hill, 1995

KELLEY-POHL, *C – Didattica e Programmazione*, Addison-Wesley, 1996

M. ITALIANI-G. SERAZZI, *Elementi di Informatica*, ETAS Libri, 1993

C) AVVERTENZE

Il corso verrà svolto parte in aula, con lezioni teoriche, e parte in Laboratorio di Informatica, con apposite esercitazioni mirate a fornire una conoscenza operativa degli argomenti trattati in classe.

L'esame del I modulo consta di una prova scritta e di una eventuale discussione orale. La prova scritta consiste nella redazione di un programma e nella risoluzione di alcuni esercizi su questioni trattate nel corso.

L'esame del II modulo consiste in una discussione orale nella quale lo studente dovrà dimostrare la conoscenza degli argomenti in programma e la padronanza degli esercizi svolti e proposti nelle esercitazioni.

N.B. - La Prof.ssa Giovanna Gazzaniga riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

42. Fondamenti di informatica (3, 4 unità): Prof. GIOVANNI SACCHI

Il corso è mutuato da *Sistemi di elaborazione dell'informazione*.

43. Geometria (1° e 2° unità): Prof. SILVIA PIANTA**A) PROGRAMMA DEL CORSO****1° unità**

Algebra lineare: spazi vettoriali su un campo, basi, dimensioni, formula di Grassmann. Omomorfismi fra spazi vettoriali, forme lineari, spazio vettoriale duale. Matrici e determinanti, teorema di Laplace e di Binet, invertibilità di matrici e loro rango. Sistemi lineari, teorema di Cramer e di Rouché-Capelli. Sistemi lineari omogenei. Diagonalizzazione di un endomorfismo: autovalori e autovettori, diagonalizzazione di una matrice quadrata. Forme bilineari e quadratiche, prodotti scalari, spazi vettoriali euclidei. Prodotti hermitiani e spazi unitari: riduzione a forma canonica di una forma quadratica reale.

2° unità

Spazi affini: Definizione, traslazioni, sottospazi, parallelismo, affinità. Coordinatizzazione di uno spazio affine. Geometria analitica degli spazi affini.

Spazi euclidei: Distanza fra due punti, ortogonalità fra rette, fra piani, fra retta e piano, circonferenze e sfere. Luoghi geometrici fondamentali. Isometrie.

Spazi proiettivi: Definizione, sottospazi proiettivi, coordinate omogenee, rappresentazioni in coordinate omogenee dei sottospazi proiettivi. Cambiamenti di coordinate omogenee e proiettività. Complessificazione.

Curve algebriche reali piane: Ordine, punti semplici e singolari. Coniche, classificazione proiettiva, fasci di coniche, polarità, classificazione affine delle coniche, equazioni canoniche affini, classificazione metrica: assi, fuochi, proprietà focali, equazioni canoniche metriche.

B) BIBLIOGRAFIA

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

M. STOKA, *Corso di geometria*, Cedam, Padova 1987

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. I, Cedam, Padova

S. PELLEGRINI-A. BENINI-F. MORINI, *Algebra lineare 1*, C.E. F. Apollonio & C., Brescia

S. PELLEGRINI-A. BENINI-F. MORINI, *Algebra lineare 2*, C.E. F. Apollonio & C., Brescia

S. PELLEGRINI-A. BENINI-F. MORINI, *Geometria analitica*, C.E. F. Apollonio & C., Brescia

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

44. Geometria (3 unità): Prof. BRUNO BIGOLIN

Il corso è mutuato dalla prima unità di *Geometria II*

45. Geometria II (1° unità): Prof. BRUNO BIGOLIN

A) *PROGRAMMA DEL CORSO*

Elementi di Calcolo vettoriale e tensoriale su varietà differenziabili, con particolare riferimento alle curve e superfici dello spazio ordinario; prime proprietà locali delle varietà differenziabili e dei sistemi di Pfaff definiti su di esse.

B) *BIBLIOGRAFIA*

A. LICHNEROWICZ, *Éléments de Calcul tensoriel*

H. HOPF, *Differential Geometry in the large*

N.B. - Il Prof. Bruno Bigolin riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

46. Geometria II (2°, 3° unità): Prof.ssa SILVIA PIANTA

A) *PROGRAMMA DEL CORSO*

1. Spazi proiettivi su campi

Proprietà del reticolo dei sottospazi, riferimenti proiettivi, coordinate proiettive omogenee e cambiamenti di riferimento; equazioni dei sottospazi; spazi proiettivi e spazi affini. Spazio proiettivo duale, proposizioni grafiche, principio di dualità, teorema di Desargues. Collineazioni di uno spazio proiettivo: omologie, proiettività e loro rappresentazione analitica, teoremi fondamentali, birapporto. Correlazioni, correlazioni proiettive, polarità. Superfici algebriche reali dello spazio proiettivo complesso: ordine, punti semplici e singolari, superfici rigate e di rotazione. Quadriche: classificazione affine, sezioni piane, equazioni canoniche affini. Proprietà metriche.

2. Elementi di topologia generale

Dagli spazi metrici agli spazi topologici: definizione di spazio topologico ed esempi; basi di una topologia. Applicazioni continue e omeomorfismi tra spazi

topologici. Sottospazi di uno spazio topologico, prodotto di spazi topologici, spazi quozienti. Assiomi di separazione. Connessione e compattezza. Varietà topologiche.

3. Elementi di geometria differenziale

Varietà differenziabili, spazi tangenti, differenziali, orientabilità; immersioni e sottovarietà, sommersioni; campi vettoriali. Curve differenziali e formule di Frenet; curve regolari di $\mathbb{R}^2$ e di $\mathbb{R}^3$; curvatura e torsione. Superfici di $\mathbb{R}^3$, prima, e seconda forma fondamentale.

B) BIBLIOGRAFIA

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

V. CHECCUCCI, A. Tognoli, E. Vesentini, *Lezioni di topologia generale*, Feltrinelli, Milano 1972

E. SERNESI, *Geometria 1*, Boringhieri, Torino 1989

E. SERNESI, *Geometria 2*, Boringhieri, Torino 1994

M.P. DO CARMO, *Differential Geometry of curves and surfaces*, Prentice Hall, New Jersey 1976

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

47. Geometria superiore (I-II modulo): Prof. BRUNO BIGOLIN

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Alcuni punti di Topologia algebrica: schemi simpliciali astratti e geometrici, omologia simpliciale, teorema del punto fisso di Brouwer, schemi di dimensione 2, approssimazioni simpliciali e teorema del punto fisso di Lefschetz, dall'omologia simpliciale all'omologia singolare e cellulare.

B) BIBLIOGRAFIA

S. LEFSCHETZ, *Introduction to Topology*

N.B. - Il Prof. Bruno Bigolin riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

48. Inglese (1 unità)

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

49. Inglese tecnico-scientifico (1 unità)

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

50. Intelligenza artificiale (I e II modulo): Prof. GERMANO RESCONI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Primi concetti di intelligenza artificiale – Analisi formale dei concetti – Teoria degli Agenti – Contesto degli Agenti – Programmazione ad Oggetti ed Agenti – Definizione di computazione – Primo livello d'intelligenza – Contesti ed intelligenza – Sistemi elementari Logici al livello secondo – Confronto fra contesti – Conflitto e compensazione fra contesti – Valore semantico e sintattico nella computazione – Esempi elementari di intelligenza del secondo livello – I sistemi dinamici come sistemi intelligenti al primo ed al secondo livello – Omomorfismi fra sistemi e secondo livello di intelligenza – Feed-back e secondo livello di intelligenza – Computazione Neurale – Esempi di computazione neurale – Logica e reti neurali – Strati neurali e computazione – Concetto di spazio percettivo e campo valutativo.

Generalizzazione ed uso degli esempi nelle reti neurali – Percetrone – Teorema di Kolmogorov – Reti neurali di Hopfield e energia computazionale – Machina di Bolzman – Logica sfumata – Definizione di mondo possibile – Insiemi sfumati e mondi possibili – Operazioni sfumate – Quadrato di Kosko – Controllo Sfumato – Legge di DeMorgan sfumata – Descrizione AND, OR, NOT sfumati – Computazione Soft – Introduzione al linguaggio per oggetti – Introduzione al linguaggio SmallTalk – Applicazioni industriali del linguaggio ad oggetti.

B) BIBLIOGRAFIA

- E. PESSA, *Intelligenza Artificiale*, Bollati Boringhieri 1992
 E. PESSA, *Reti neurali e processi cognitivi*, Di Renzo Editore, Roma 1993
 T. JACKSON, *Neural Computing an introduction*, Adam Hilger 1990
 A.WAYNE WYMORE, *Model-Based System Engineering*, CRC Press 1993
 G.J. KLIR & B. YUAN, *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic-Theory and Applications*, Prentice Hall PTR Upper Saddle River, New Jersey 07458 1995

N.B. - Il Prof. Germano Resconi riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

51. Istituzioni di algebra superiore (I e II modulo): Prof. MARIA CLARA TAMBURINI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

I modulo: *Elementi di teoria di Galois*

1. Gruppi di permutazioni. Orbite, transitività. Strutture dei gruppi simmetrici Σ_3 e Σ_4 . Semplicità dei gruppi alterni di grado > 4 . Gruppi risolubili. Teorema di Jordan-Holder.

2. Campi. Anelli di polinomi a coefficienti in un campo. Radici.
3. Campi di spezzamento e chiusure algebriche. Il teorema fondamentale dell'algebra.
4. Estensioni normali e separabili, Gruppo di Galois di una estensione. Il teorema fondamentale della teoria di Galois.
5. Teorema dell'elemento primitivo. Campi finiti. Polinomi ciclotomici.
6. Criteri per la risolubilità per radicali di una equazione algebrica.

Il modulo: *Algebre di Lie e gruppi di tipo Lie*

Definizione ed esempi di algebre di Lie. Ideali, omomorfismi e rappresentazioni. Automorfismi. Algebre di Lie risolubili e nilpotenti. Algebre di Lie semisemplici e forma di Killing. L'algebra delle derivazioni.

Sistemi di radici. Gruppi di Weyl. Diagrammi di Dynkin. Classificazione dei sistemi di radici irriducibili. Descrizione delle algebre di Lie semplici sui complessi.

Definizione dei gruppi semplici di tipo di Lie. I gruppi semplici classici e loro identificazione con gruppi di tipo di Lie.

B) BIBLIOGRAFIA

J.E. HUMPHREYS, *Introduction to Lie Algebras and Representation Theory*, Springer-Verlag
R.W. CARTER, *Simple groups of Lie type*, John Wiley & Sons

N.B. - La Prof.ssa Maria Clara Tamburini riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

52. Istituzioni di analisi superiore (I modulo): Prof. MARCO DEGIOVANNI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Spazi di Lebesgue. Completezza. Densità delle funzioni continue con supporto compatto. 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. Forma analitica e forme geometriche del teorema di Hahn-Banach. Il teorema di Banach-Steinhaus. I teoremi dell'applicazione aperta e del grafico chiuso.

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.

B) 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.

N.B. - Il Prof. Marco Degiovanni riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

53. Istituzioni di analisi superiore (II modulo): Prof. MAURIZIO PAOLINI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Spazi di Sobolev. Approssimazione con funzioni regolari. Regole di calcolo. Il teorema di Sobolev. Il teorema di Rellich.

Equazioni ellittiche del secondo ordine in forma di divergenza. Formulazione debole ed alternativa di Fredholm. Teoremi di regolarità.

Il primo modulo di Istituzioni di analisi superiore è propedeutico al secondo.

B) 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

Verranno inoltre distribuite delle dispense sui vari argomenti del corso.

N.B. - Il Prof. Maurizio Paolini riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

54. Istituzioni di fisica matematica (I modulo): Prof. CLAUDIO GIORGI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Il corso si propone di fornire conoscenze generali sulla termomeccanica dei continui con applicazione ai materiali classici. Gli argomenti affrontati saranno i seguenti:

Richiami ed elementi di algebra ed analisi vettoriale.

Meccanica dei mezzi continui ed equazioni di bilancio:

Cinematica della deformazione, equazioni di bilancio (formulazione globale e locale, lagrangiana e euleriana), equazione di continuità, teorema di Cauchy sugli sforzi interni, teorema della quantità di moto, del momento della quantità di moto e dell'energia cinetica, condizioni iniziali ed al contorno.

Principi della termodinamica ed equazioni costitutive:

Bilancio dell'energia, primo e secondo principio della termodinamica, disuguaglianza di Clausius-Duhem, equazioni costitutive per materiali semplici e principi costitutivi (determinismo, azione locale indifferenza materiale, ecc.), gruppo di simmetria materiale.

Materiali classici:

- *Fluidi semplici*: fluidi perfetti (barotropici e incompressibili), fluidi newtoniani e stokesiani (fluidi di Bingham), onde acustiche di piccola ampiezza;

- *Solidi termoelastici*: teoria dell'elasticità lineare, onde elastiche di piccola ampiezza;

- *Solidi viscoelastici*: Viscoelasticità lineare;

- *Conduttori rigidi*: leggi di Fourier e di Cattaneo-Maxwell per il flusso di calore.

Esempi ed esercizi sui materiali classici (fluidi e solidi elastici).

B) BIBLIOGRAFIA

C. BANFI, *Introduzione alla Meccanica dei Continui*, Cedam, Padova 1990

M. Ciarletta-S. Iesan, *Elementi di meccanica dei continui con applicazioni*, Pitagora, Bologna 1997

M. Fabrizio, *La meccanica razionale e i suoi metodi matematici*, cap. 6, (II ED.), Zanichelli, Bologna 1994

Sulla viscoelasticità e sui conduttori di calore verranno forniti appunti

C) AVVERTENZE

Il corso ha la durata di un semestre e prevede sia lezioni teoriche, sia esercitazioni. Inoltre, NON è propedeutico al secondo modulo di "Istituzioni di Fisica Matematica".

N.B. - Il Prof. Claudio Giorgi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

55. Istituzioni di fisica matematica (II modulo): PROF. CARLO BANFI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. *Prerequisiti di Analisi matematica*. Convoluzione; trasformata di Fourier; elementi di teoria delle distribuzioni.

2. *Generalità sulle equazioni della Fisica matematica*. Classificazione; varietà caratteristiche; problemi ben posti; teorema di Cauchy-Kowalewski; formula di Green.
3. *Equazioni del primo ordine*. Equazioni quasi lineari; equazioni ai differenziali totali; equazioni non lineari.
4. *Operatore di Laplace*. Soluzioni fondamentali; formula dei potenziali; teorema del valor medio; principio del massimo; Problemi di Dirichlet e di Neumann, funzione di Green; formula di Poisson; soluzioni con metodi funzionali; problema agli autovalori; sviluppo in serie di autofunzioni.
5. *Operatore del calore*. Soluzioni fondamentali; problema ai valori iniziali; potenziali per l'equazione del calore; problema misto; principio del massimo; teoremi di unicità e di stabilità.
6. *Operatore delle onde*. Soluzioni fondamentali; problema di Cauchy; formula dei potenziali ritardati; problema misto; teoremi di unicità e stabilità.

B) BIBLIOGRAFIA

G. FOLLAND, *Introduction to partial differential equations*, Princeton University Press, 1976
 V. S. VLADIMIROV, *Equations of Mathematical Physics*, M. Dekker, 1971
 W.A. STRAUSS, *Partial differential equations*, S.Wiley, 1992

N.B. - Il Prof. Carlo Banfi riceve gli studenti il martedì e il venerdì dalle ore 10.30 alle ore 11.00 nel suo studio.

56. Istituzioni di fisica nucleare e subnucleare (I e II modulo): Prof. GIUSEPPE NARDELLI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

I modulo: Introduzione alla Fisica Nucleare e Subnucleare

1. Preliminari: unità di misura, interazioni fondamentali, famiglie di particelle elementari e loro principali proprietà.
2. Schema di un esperimento di particelle elementari/fisica nucleare: a) sorgenti di particelle, b) acceleratori di particelle, c) campi elettromagnetici esterni, d) bersagli, e) rivelatori.
3. Struttura dei nuclei: proprietà, energia di legame, forze nucleari.
4. Processi nucleari: decadimenti alfa, beta e gamma, reazioni nucleari, fissione, fusione.
5. Teoria dei gruppi: preliminari, gruppo di Lorentz e gruppo di Poincaré, SU(2), SU(3) e loro rappresentazioni, decomposizione di una rappresentazione in rappresentazioni irriducibili.

6. Cenni di cinematica e dinamica relativistica.
7. Particelle elementari: a) simmetrie e leggi di conservazione (carica elettrica, ipercarica, spin, isospin, stranezza, numeri leptonici e barionici, etc.), b) calcolo di branching ratios in processi di scattering, c) SU(3) e modello a quarks.

Il modulo: Introduzione alla Teoria dei Campi

1. Preliminari: passaggio dalla meccanica quantistica alla teoria dei campi, lagrangiano e sue principali proprietà, simmetrie e conseguenti leggi di conservazione (teorema di Noether).
2. I campi classici: a) campo scalare, b) campo spinoriale, c) campo vettoriale.
3. Quantizzazione dei campi classici: principio di corrispondenza, relazione spin-statistica, quantizzazione del campo elettromagnetico alla Gupta Bleuler.
4. Teoria perturbativa: visuale di interazione, matrice S, teorema di Wick, funzioni di Green, descrizione qualitativa di diagrammi di Feynmann.
5. Simmetrie di gauge: U(1) ed il campo elettromagnetico, SU(2) ed il campo di Yang-Mills.
6. Applicazioni alla fisica moderna: rottura spontanea di simmetria, teorema di Goldstone, modello di Weinberg-Salam per l'unificazione elettrodebole.

B) BIBLIOGRAFIA

I.S. HUGHES, *Elementary Particles*, Cambridge University Press

D.H. PERKINS, *Introduction to High Energy Physics*, Addison Wesley

C. FRANZINETTI, *Particelle*, Editori Riuniti

F. HALZEN & A.D. MARTIN, *Quarks and Leptons*, John Wiley and Sons

T.P. CHENG & L.F. LI, *Gauge Theory of Elementary Particle Physics*, Oxford University Press

T.D. LEE, *Particle Physics and Introduction to Field Theory*, Harwood Academic Pub

Per alcuni argomenti è prevista la distribuzione di dispense

N.B. - Il Prof. Giuseppe Nardelli riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

57. Istituzioni di fisica teorica (I e II modulo): Prof. FRANCO DALFOVO

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. Richiami di meccanica analitica ed elementi di meccanica statistica. Equazioni di Eulero-Lagrange. Problema di Keplero. Eq. di Hamilton. Lagrangiana ed Hamiltoniana per una particella carica in un campo elettromagnetico. Parentesi di Poisson. Costanti del moto. Trasformazioni canoniche. Simmetrie e costanti del moto. L'equazione della corda vibrante. L'equazione di diffusione. Teorema di Liouville. Ensemble microcanonico. Medie di ensemble e temporali. Il problema ergodico.

2. Il passaggio dalla fisica classica alla fisica dei quanti. Lo spettro di corpo nero e l'ipotesi di Planck. Calore specifico dei solidi. Effetto fotoelettrico. Atomo di idrogeno, formula di Balmer e modello di Bohr. Ipotesi di De Broglie sul carattere ondulatorio della materia.

3. La meccanica ondulatoria e l'equazione di Schroedinger. Particelle e pacchetti d'onda. Equazione di Schroedinger. Funzione d'onda e sua interpretazione statistica. Operatore hamiltoniano, autovettori e autovalori. Soluzione generale per potenziali indipendenti dal tempo. Problemi in una dimensione: particella libera, buche di potenziale, barriere ed effetto tunnel, oscillatore armonico. Potenziale periodico. Teorema di Bloch. Problemi in tre dimensioni: particella libera in coordinate sferiche, potenziali centrali e momento angolare orbitale. L'atomo di idrogeno.

4. I fondamenti fisici e gli elementi formali della meccanica quantistica. I principi generali della teoria. Osservabili e operatori. Stati e rappresentazioni. Notazione di Dirac. Regole di commutazione e principio di indeterminazione. Insiemi di osservabili compatibili e informazione massima sullo stato di un sistema. Operatori posizione e momento. Spettro discreto e spettro continuo. L'operatore di evoluzione temporale. Rappresentazioni di Schroedinger e di Heisenberg. Teorema di Ehrenfest. Costanti del moto, simmetrie e invarianze. Stati coerenti.

5. Metodi approssimati.

Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo e semplici applicazioni. Perturbazioni dipendenti dal tempo, rappresentazione d'interazione e serie di Dyson. Probabilità di transizione, regola aurea di Fermi. Spettro continuo e approssimazione di Born. Metodi variazionali.

6. Teoria del momento angolare.

Le regole di commutazione del momento angolare. Autostati e autovalori. Momento angolare come generatore di rotazioni. Spin. Esperimento di Stern-Gerlach. Spin $1/2$ e matrici di Pauli. Addizione di momenti angolari. Precessione di spin in campi magnetici. Risonanza magnetica di spin.

7. Sistemi di particelle.

Due particelle interagenti: separazione del moto del CM e del moto relativo. Problema della distinguibilità delle particelle. Funzione d'onda di N particelle identiche. Permutazioni, funzioni simmetriche e antisimmetriche. Fermioni e bosoni. Connessione spin-statistica, Insiemi puri e insiemi miscela. L'operatore densità.

8. Urti.

Diffusione da potenziale centrale. Sezione d'urto e sfasamenti. Calcolo degli sfasamenti ed applicazioni.

9. Integrali di cammino di Feynman. Propagatori e integrali di cammino. Equivalenza tra la formulazione di Feynman e la meccanica ondulatoria di Schroedinger.

B) BIBLIOGRAFIA

Testi consigliati:

A. MESSIAH, *Quantum Mechanics*.

L. LANDAU, L. LIFSHITZ, *Meccanica Quantistica non relativistica*

J. SAKURAI, *Meccanica quantistica moderna*

Altri testi saranno suggeriti a seconda degli argomenti.

N.B. - Il Prof. Franco Dalfovo riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

58. Istituzioni di geometria superiore (I modulo): Prof. BRUNO BIGOLIN

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Dalla Teoria dell'eliminazione agli ideali dei polinomi: varietà algebriche, teorema di Kronecker, teoremi di Hilbert sugli ideali di polinomi, corpi di funzioni algebriche, teoria della dimensione.

B) BIBLIOGRAFIA

W. GROBNER, *Moderne Algebraische Geometrie*

P. SAMUEL, *Méthodes d'Algèbre Abstraite en Géométrie Algébrique*

N.B. - Il Prof. Bruno Bigolin riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

59. Istituzioni di geometria superiore (II modulo): Prof. CLAUDIO PERELLI CIPPO

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

60. Laboratorio di biologia (1 unità)

Il nome del docente e il programma verranno comunicati successivamente.

61. Laboratorio di chimica generale ed inorganica

Il nome del docente e il programma verranno comunicati successivamente.

62. Laboratorio di elettromagnetismo (1 unità): Prof.ssa LUCIA HUET DE SALVO**A) PROGRAMMA DEL CORSO**

- Bilancia elettrodinamica: studio dell'interazione fra energia elettrica e campo magnetico.
- Studio dell'induzione elettromagnetica.
- Esperienza di Millikan: misura della carica dell'elettrone.
- Esperienza di Thomson: misura del rapporto fra la carica e la massa dell'elettrone.

B) BIBLIOGRAFIA

L. DE SALVO-P. BERGESE, *Appunti del corso di Esperimentazioni di Fisica II*

Un testo (secondo gusto) di Fisica generale II

TAYLO, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, Bologna 1986

N.B. - La Prof.ssa Lucia De Salvo riceve gli studenti in laboratorio prima delle lezioni.

63. Laboratorio di elettronica (I e II modulo): Prof. ENRICO ZAGLIO**A) PROGRAMMA DEL CORSO****I modulo*****Obiettivi***

Introdurre lo studente ad applicare in campo pratico le conoscenze teoriche acquisite al fine di eseguire o prevedere misure elettroniche.

Dare allo studente una panoramica dei mezzi elettronici più aggiornati e sul loro uso, con particolare riguardo all'impiego industriale.

Metodo didattico

Esporre i vari argomenti per quanto possibile esemplificando e facendo riferimento alle applicazioni industriali.

Immediatamente dopo l'esposizione teorica applicare in laboratorio quanto spiegato, in modo che il lavoro in laboratorio venga a far parte integrante della lezione teorica.

Richiami di Elettrotecnica: bipoli, generatori di tensione, generatori di corrente, flusso di energia, trasformatori, pile, accumulatori, motori elettrici.

Richiami di Elettronica: impedenza complessa, componenti passivi reali,

amplificatori operazionali, controreazione, terra virtuale, transistors, circuiti integrati, microprocessori, problema dei disturbi.

Richiami di Tecnologie Elettroniche: resistori, condensatori, induttori, trimmer, circuiti stampati, saldature, cavi, connettori.

Trasduttori: termocoppie, NTC, estensimetri, celle di carico, fotoelementi, rivelatori di particelle, accelerometri, misuratori di portata, pressostati, LVDT, potenziometri, encoders.

Attuatori: motori a.c., motori d.c., motori brushless, motori passo passo, elettrovalvole, servovalvole.

II modulo

Obiettivi

Introdurre lo studente ad applicare in campo pratico le conoscenze teoriche acquisite al fine di eseguire o prevedere misure elettroniche.

Dare allo studente una panoramica dei mezzi elettronici più aggiornati e sul loro uso, con particolare riguardo all'impiego industriale.

Metodo didattico

Esporre i vari argomenti per quanto possibile esemplificando e facendo riferimento alle applicazioni industriali.

Immediatamente dopo l'esposizione teorica applicare in laboratorio quanto spiegato, in modo che il lavoro in laboratorio venga a far parte integrante della lezione teorica.

Strumenti di misura: multimetri, oscilloscopi, generatori di segnali, misure RLC, rumore acustico, disturbi EMI, calibri Laser.

Strumenti virtuali (uso del LabVIEW)

Acquisizione ed elaborazione di immagini: camere CCD, SWR di acquisizione immagini, riconoscimento di forme, collaudo di parti meccaniche.

B) BIBLIOGRAFIA

I-II modulo:

Verranno redatte dispense e – seguendo l'esposizione dei vari argomenti – saranno suggeriti i titoli di libri riguardanti gli argomenti di maggior interesse

N.B. - Il Prof. Enrico Zaglio riceve gli studenti secondo l'orario esposto all'albo. Verrà infatti comunicato tutto quello che può essere a loro necessario per prendere contatto con il docente, senza limitazioni di tempo e luogo, ma con l'unico scopo di dare loro la massima assistenza possibile.

64. Laboratorio di fisica (1°,2°,3° unità): Prof. GIANLUCA GALIMBERTI

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

65. Laboratorio di fisica dell'ambiente (un modulo): Prof. MAURIZIO MAUGERI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Verranno effettuate misure di macro inquinanti e di parametri meteorologici con un mezzo mobile attrezzato per la misura degli inquinanti atmosferici. Preliminarmente all'esperienza verrà sviluppata una parte teorica relativa ai seguenti argomenti:

1. Meteorologia e climatologia dello strato limite e relativa influenza sulla dispersione degli inquinanti. Fenomeni di maggior interesse per il bacino padano.
2. Analisi delle situazioni meteorologiche tipicamente connesse con gli episodi di acuto inquinamento atmosferico. Aspetti generali e specificità del bacino padano.

B) BIBLIOGRAFIA

Testi consigliati

R.B. STULL, *An introduction to boundary layer meteorology*, Kluwer Academic Publisher, 1988

M. GIULIACCI, *Climatologia fisica e dinamica della Valpadana*, E.R.S.A. - Servizio Meteorologico Regionale, Bologna 1988

N.B. - Il Prof. Maurizio Maugeri riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

66. Laboratorio di fisica terrestre (un modulo): Prof. GIANFRANCO BERTAZZI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Da 5 a 7 esperimenti da scegliere fra i seguenti:

1. Misura della gravità con il pendolo di Borda;
2. Misura del H terrestre con una bobina mobile;
3. Misura della pressione atmosferica con il barometro Fortin;
4. Misura di U , t_d , t_x di vapore ed U_{as} con lo psicrometro;

5. Misura dell'inclinazione e declinazione magnetica con la bussola di Barrow;
6. Radar: principi di funzionamento ed applicazione pratica per l'osservazione e lo studio di alcuni tipi di idrometeore;
7. Studio degli aspetti di assorbimento delle nubi nel Vis, IR e WV, mediante le immagini satellitari;
8. Determinazione delle deviazioni di una bussola magnetica con metodi topografici ed astronomici;
9. Misura della radioattività naturale con il contatore Geiger-Muller;
10. Misura dei campi elettromagnetici indotti da basse ed alte frequenze (inquinamento elettromagnetico);
11. Determinazione degli aeroioni (+ e -) con lo ion-meter;
12. Determinazione delle onde e di altri parametri significativi di un sisma; struttura di una rete sismometrica;
13. Misure radiometriche fondamentali su un piano orizzontale e verticale;
14. Misure con una pompa di calore e di un convertitore solare in collegamento con un collettore solare;
15. Utilizzo di un microscopio elettronico in trasparenza per esami di reperti-indicatori di carattere ambientale.

Alcuni di questi esperimenti dovranno essere effettuati presso l'istituto di Geofisica e di Bioclimatologia Sperimentale a Desenzano del Garda.

B) BIBLIOGRAFIA

Verranno distribuite dispense durante il corso dell'anno

N.B. - Il Prof. Gianfranco Bertazzi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

67. Laboratorio di fondamenti d'informatica (1 unità): Prof. CRISTINA AVRELLA

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

68. Laboratorio di ottica (1 unità): Prof.ssa LUCIA HUET DE SALVO

A) PROGRAMMA DEL CORSO

- Elementi di ottica geometrica
 - Legge di Snell e indice di rifrazione
 - Proprietà delle lenti
 - Misure di intensità di una sorgente luminosa
 - Studio della polarizzazione della luce

- Elementi di ottica fisica
 - Studio delle frange di interferenza e di diffrazione
- Elementi di spettrometria:
 - Misura degli spettri di emissione nell'infrarosso (I.R.), nel visibile e nell'ultravioletto (U.V.).
 - Misura di spettri di assorbimento
 - Misura dello spettro del corpo nero

B) BIBLIOGRAFIA

L. DE SALVO-P. BERGESE, *Appunti del corso di Esperimentazioni di Fisica II*

Un testo (secondo gusto) di Fisica generale II

TAYLO, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, Bologna 1986

N.B. - La Prof.ssa Lucia De Salvo riceve gli studenti in laboratorio prima delle lezioni.

69. Laboratorio linguistico

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

70. Logica matematica (un modulo): Prof. RUGGERO FERRO

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. Elementi di teoria intuitiva degli insiemi. Ordinali e cardinali.
2. Esigenza di un linguaggio formale.
3. La costruzione di un linguaggio formale per descrivere strutture
4. Verità di una formula in una interpretazione.
5. Validità, soddisfacibilità e conseguenza logica. Difficoltà nel controllo.
6. Ricerca di un controllo sintattico della soddisfacibilità.
7. Il metodo degli alberi di confutazione e sua completezza.
8. Cenni ad altri tipi di controlli sintattici e la loro completezza.
9. Teoremi di Lowenheim e Skolem. Teoremi di compattezza.
10. Isomorfismo, immersione, immersione elementare, elementare equivalenza.
11. Non categoricità delle teorie con modelli infiniti.
12. Non esprimibilità di certe nozioni coinvolgenti l'infinito.

B) BIBLIOGRAFIA

Note del docente

Possibili testi di riferimento

BELL-MACHOVER, *A course in Mathematical Logic*, North Holland

LOLLI, *Introduzione alla logica formale*, Il Mulino

LYNDON, *Notes on logic*, Van Nostrand

MANASTER, *Completezza compattezza e indecidibilit *, Bibliopolis

VAN DALEN, *Logic and Structures*, Springer-Verlag

N.B. - Il Prof. Ruggero Ferro riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

71. Matematica (1° e 2° unit ): Prof. FRANCO PASQUARELLI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Prima unit :

- 1) Definizione, propriet  e notazioni sugli insiemi.
- 2) L'insieme dei numeri reali, naturali, interi, razionali e complessi.
- 3) Concetto di funzione e alcune funzioni fondamentali (esponenziale, logaritmo e funzioni trigonometriche).
- 4) Spazi vettoriali.
- 5) Geometria analitica (retta, circonferenza, ellisse, parabola, iperbole).
- 6) Matrici e determinanti. Funzioni lineari e sistemi lineari. Autovalori.
- 7) Serie e limiti di serie. Limiti di funzioni.

Seconda unit :

- 1) Concetto di continuit  e di derivata. Propriet  e leggi di calcolo. Cenni al calcolo di derivate parziali.
- 2) Studio di funzioni.
- 3) Definizione e calcolo di integrali.
- 4) Definizione e propriet  delle equazioni differenziali del primo ordine.

B) BIBLIOGRAFIA

Testo consigliato:

P. MARCELLINI-C. SBORDONE, *Calcolo*, Liguori Editore

N.B. - Il Prof. Franco Pasquarelli riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

72. Matematica finanziaria (I e II modulo): Prof. FRANCESCO MARIA PARIS

A) PROGRAMMA DEL CORSO

I modulo

Leggi di capitalizzazione ed attualizzazione finanziaria.

Argomenti:

- Propriet  assiomatiche delle leggi finanziarie.

- Interesse e sconto. Regime a interesse semplice
- Regime a interesse composto e a interesse anticipato
- Forza d'interesse. Scindibilità.
- Attualizzazione. Regime a sconto razionale, composto e commerciale.

Valutazione delle rendite.

Argomenti:

- Valore attuale di una rendita a rate costanti, anticipata, posticipata,
- Valore attuale di una rendita a rate variabili
- Montante di una rendita a rate costanti, anticipata, posticipata, differita e a rate variabili
- Costituzione di capitale

L'ammortamento finanziario di un debito.

Argomenti:

- Principi generali dell'ammortamento di un debito
- Rimborso di un prestito: ammortamento italiano
- Metodo di ammortamento americano
- Metodo di ammortamento francese

Indicatori temporali.

Argomenti:

- Indici temporali di un flusso di pagamenti: scadenze media e media aritmetica
- Duration finanziaria

Operazioni finanziarie e criteri di scelta.

Argomenti:

- Operazioni finanziarie e proprietà assiomatiche dei criteri di scelta
- Criteri di scelta: tempo di recupero e risultato economico attualizzato (r.e.a.)
- Tasso interno di rendimento (t.i.r.)
- Esistenza e unicità del t.i.r.

II Modulo

Nozioni preliminari di matematica e statistica.

Argomenti:

- Ottimizzazione non lineare con vincoli di uguaglianza.
- Calcolo delle probabilità.
- Processi stocastici.
- Calcolo stocastico.

Analisi dei titoli a reddito fisso.

Argomenti:

- Definizione di titolo obbligazionario e dei rischi ad esso connessi.

- Indicatori di redditività ex-ante ed ex-post.
- Definizione ed analisi della struttura per scadenza dei tassi di interesse.
- La duration e le sue proprietà.
- La duration e l'immunizzazione.

Utilità, teoria di portafoglio ed equilibrio del mercato dei capitali.

Argomenti:

- Costruzione e caratteristiche di una funzione di utilità.
- Costruzione di un portafoglio e determinazione della frontiera dei portafogli efficienti.
- Casi particolari di determinazione della frontiera efficiente.
- Il Capital Asset Pricing Model e l'Arbitrage Pricing Theory.

Strumenti derivati e loro valutazione

Argomenti:

- Classificazione dei derivati.
- Prezzi forward e prezzi futures.
- Opzioni e loro valutazione.
- Gli swaps.

B) BIBLIOGRAFIA

I Modulo:

STEFANI-TORRIERO-ZAMBRUNO, *Elementi di Matematica Finanziaria e Cenni di Programmazione Lineare*, Giappichelli, Torino 2001

II Modulo:

F.M. PARIS-M. ZUANON, *Elementi di Finanza Matematica*, CEDAM, Padova 1999

N.B. - Il Prof. Francesco Maria Paris riceve gli studenti il giovedì dalle ore 14.30 alle ore 15.30 nel suo studio.

73. Matematiche complementari (I e II modulo): Prof. MARIO MARCHI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

I modulo.

Elementi di geometria euclidea. Il sistema di assiomi di Euclide: il problema del postulato delle parallele. Il sistema di assiomi di Hilbert: le relazioni fondamentali di incidenza, ordinamento e congruenza. La nozione di piano affine: il problema della coordinatizzazione. Dilatazione e traslazioni. La nozione di piano assoluto: i movimenti rigidi; la nozione di perpendicolarità. Il piano euclideo: il teorema di Pitagora.

II modulo.

Elementi di geometria non-euclidea. La configurazione di Saccheri in geometria assoluta. Il parallelismo iperbolico e le sue proprietà. Immersione del piano iperbolico nel piano proiettivo. Modelli di geometrie non-euclidee iperboliche. Cenni alla geometria non-euclidea ellittica.

Esercitazioni

La teoria della grandezza. Numeri naturali, razionali, reali. I problemi classici della geometria elementare. Cenni alla geometria dello spazio: i poliedri.

B) BIBLIOGRAFIA

EUCLIDE, *Gli elementi*, (a cura di A. Frajese e L. Maccioni), Utet, Torino 1970

D. HILBERT, *Fondamenti della geometria*, Feltrinelli, Milano 1970

R. TAUDEA, *La rivoluzione euclidea*, Bollati Boringhieri, Torino 1991

H. KARZEL-K. SØRENSEN-D. WINDELBERG, *Einführung in die Geometrie*, Vendenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1973

C) AVVERTENZE

Il primo modulo è propedeutico al secondo.

N.B. - Il Prof. Mario Marchi riceve gli studenti dopo le lezioni o previo appuntamento nel suo studio.

74. Meccanica analitica (1 unità): Prof. CARLO BANFI

Il corso è mutuato dalla prima unità di *Meccanica razionale*.

75. Meccanica analitica con elementi di meccanica statistica (1 unità): Prof. CARLO BANFI

Il corso è mutuato dalla prima unità di *Meccanica razionale*.

76. Meccanica analitica con elementi di meccanica statistica (2 unità): Prof. CARLO BANFI

Il corso è mutuato dalla seconda unità di *Meccanica razionale*.

77. Meccanica razionale: Prof. CARLO BANFI**A) PROGRAMMA DEL CORSO***Prima parte**0. Argomenti propedeutici.*

1. *Cinematica.*
2. *Dinamica del Punto materiale.*

Seconda parte

- 3 *Dinamica del Corpo rigido.*
- 4 *Fondamenti di Meccanica analitica.*
- 5 *Sistemi dinamici - teoria della stabilità in meccanica (matematica).*
- 6 *Elementi di meccanica statistica (fisica)*

B) BIBLIOGRAFIA

Sulle parti 0, 1, 2, 3 sono disponibili dispense.

Per la parte 4, 5, 6 la bibliografia verrà comunicata successivamente.

C) AVVERTENZE

Per ogni parte del corso è previsto un esame con prova scritta e prova orale. Gli esiti delle prove scritte restano validi per tutto l'anno accademico.

N.B. - Il Prof. Carlo Banfi riceve gli studenti il martedì e venerdì dalle ore 10.30 alle ore 11.00 nel suo studio.

78. Meccanica statistica (I modulo): Prof. FAUSTO BORGONOVÌ

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1) *Meccanica Statistica Classica* Definizione di stato - Ensembles - Spazio delle fasi - Principio dell'eguale probabilità a priori.

Teorema di Liouville - Approccio all'equilibrio - Master Equation - Teorema H. L'ensemble microcanonico - Medie ed osservabili - Densità degli stati.

Interazione termica tra sistemi macroscopici - Il gas ideale classico - L'equazione di Sackur-Tetrode.

Paradosso di Gibbs e conteggio corretto di Boltzman - Considerazioni quantistiche sull'entropia

Entropia di spin - Volume classico di uno stato - Limite di validità della meccanica classica - Il teorema di equipartizione dell'energia.

Ensemble canonico - Calcolo dei valori medi nell'ensemble canonico - Legge di stato - Energia libera di Helmholtz.

Equivalenza tra ensemble canonico e microcanonico - La funzione di partizione - Espressione dell'entropia in termini della probabilità canonica.

La distribuzione canonica come massimizzazione del numero di possibili configurazioni ad energia e numero di particelle fissato.

Sistemi con energia media specificata. Ensemble gran canonico. Funzione di gran partizione.

Fluttuazioni della densità nell'ensemble gran canonico.

2) *Meccanica Statistica Quantistica*

Matrice densità. Proprietà. Evoluzione temporale della matrice densità. Ensemble microcanonico, canonico e gran canonico. Principio dell'equiprobabilità a priori e fasi a caso.

Stati puri e stati miscela. Simmetria di funzioni d'onda a molte particelle.

Operatore di scambio e operatore di permutazione. Connessione spin-statistica.

Correzioni di statistica quantistica al gas ideale. Lunghezza d'onda termica.

Descrizione gran canonica di sistemi ideali quantistici. Numeri di occupazione.

Potenziale gran canonico per il gas di Maxwell-Boltzman, di Bose-Einstein e di Fermi-Dirac.

Energia di Fermi. Fluttuazioni del numero medio di occupazione del livello di particella singola. Distribuzione dei numeri di occupazione e correlazioni statistiche.

Equazioni di stato per i gas quantistici. Gas di Fermi ideale. Gas di Bose ideale.

3) *Fenomeni critici*

Transizioni di fase: classificazione. Transizioni del primo e del secondo ordine.

Transizione ferromagnetica.

Fenomenologia del ferromagnetismo: interazione dipolo-dipolo e interazione di scambio.

Modello di Heisenberg. Modello di Ising, degenerazione del modello di Ising.

Risoluzione del modello di Ising nel caso $D=1$.

Magnetizzazione spontanea nel modello di Ising per $D=2$.

Modello di Ising in dimensione qualsiasi : teoria di campo medio.

Fenomeni critici : parametro d'ordine, rottura spontanea di simmetria. Funzioni di correlazione. Teorema fluttuazione-risposta.

Esponenti critici. Ipotesi di scala. Leggi di scala.

4) *Caos nei sistemi hamiltoniani*

Variabili azione angolo. Sistemi integrabili. Mappe area-preserving. Superficie di sezione di Poincarè.

Teorema KAM. Twist map. Numero di rotazione. Dinamica impulsata.

Mappa Tangente. Punti fissi iperbolici, ellittici, parabolici. Varietà stabile ed instabile. Punti omoclinici.

Teorema di Poincarè-Birkhoff. Transizione alla stocasticità globale. Il metodo di Chirikov. Il metodo di Greene. Approssimanti razionali. Media aurea. Equazione di diffusione. Calcolo del coefficiente di diffusione per la standard map in approssimazione quasilineare.

Ergodicità. Indecomponibilità metrica. Teorema di Birkhoff. Coefficienti di Lyapunov. Proprietà di mixing.

B) BIBLIOGRAFIA

K. HUANG, *Statistical Mechanics*, J.Wiley & sons, (USA)

F. REIF, *Thermal and Statistical Physics*, Mc Graw Hill

R.C. TOLMAN, *The principles of Statistical Mechanics* Clarendon Press, Oxford

C. KITTEL, *Statistical Mechanics*, J.Wiley & Sons, (USA)

A.J. LICHTENBERG-M.A.LIEBERMAN, *Regular and Stochastic Motion*, Applied Math. Series 38, (1983)

M. TODA-R. KUBO-N. SAITO, *Statistical Physics I*, Springer Series in Solid-State Science 1995

N.B. - Il Prof. Fausto Borgonovi riceve gli studenti il martedì, il mercoledì e il giovedì dopo le lezioni.

79. Metodi computazionali della fisica (un modulo): Prof. MAURIZIO PAOLINI

Il corso è mutuato da *Metodi di approssimazione*.

80. Metodi di approssimazione (un modulo): Prof. MAURIZIO PAOLINI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Soluzione di sistemi lineari di grandi dimensioni: approfondimento metodi diretti e metodi iterativi, metodo del gradiente coniugato, preconditionamento, metodi multigrid.

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.

B) BIBLIOGRAFIA

V. COMINCIOLI, *Analisi numerica, Metodi modelli Applicazioni*, McGraw-Hill, Milano 1990

- 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

N.B. - Il Prof. Maurizio Paolini riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

81. Metodi e modelli matematici per le applicazioni (una unità): Prof. ALFREDO MARZOCCHI

A) *PROGRAMMA DEL CORSO*

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

Modellizzazione di sistemi meccanici: Principi generali. Sistemi olonomi. Equazioni di Lagrange e di Hamilton.

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. Applicazioni in campo fisico, economico, finanziario, biologico.

Elementi di teoria della stabilità: Stabilità dell'equilibrio. Stabilità mediante linearizzazione. Stabilità con il secondo metodo di Ljapunov. Instabilità dell'equilibrio. Stabilità del movimento. Cenni alla stabilità strutturale.

B) *BIBLIOGRAFIA*

A. MARZOCCHI, *Metodi Matematici per Modelli Deterministici*, Cartolibreria Snoopy, Brescia 2000

N.B. - Il Prof. Alfredo Marzocchi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio. È reperibile inoltre all'indirizzo e-mail: a.marzocchi@dmf.unicatt.it

82. Metodi e modelli per l'organizzazione e la gestione (un modulo): Prof. LORENZO SCHIAVINA

A) *PROGRAMMA DEL CORSO*

- Il contesto di riferimento della Ricerca Operativa: cenni sull'azienda
- L'approccio ai problemi mediante l'utilizzo della R.O.
 - La metodologia
 - Il modello
 - I ruoli
 - Il ciclo di sviluppo

- L'influsso della R.O. sulla moderna elaborazione dati
 - Il paradigma ad oggetti
 - Il linguaggio Smalltalk
- I modelli tradizionali della R.O.
 - Programmazione matematica ed in particolare la programmazione lineare
 - Metodi simulativi
- I nuovi strumenti per applicazioni avanzate in ambiente di sistemi esperti
 - La logica fuzzy

B) BIBLIOGRAFIA

Dispense di R.O.

(nei vari capitoli delle dispense sono riportati riferimenti bibliografici specifici)

C) AVVERTENZE

Il corso potrà essere integrato con conferenze di esperti nei singoli argomenti.

N.B. - Il Prof. Lorenzo Schiavina riceve gli studenti come da avviso esposto all'albo.

83. Metodi matematici della fisica (I modulo): Prof. MARCO DEGIOVANNI

Il corso è mutuato dal I modulo di *Istituzioni di analisi superiore*.

84. Metodi matematici della fisica (II modulo): Prof. MARCO DEGIOVANNI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Serie di potenze in ambito complesso. Funzioni analitiche di una variabile complessa. Funzioni olomorfe di una variabile complessa. Il teorema di Cauchy. Indice di una curva. La formula integrale di Cauchy. Il teorema di Morera. Il teorema di Liouville. Proprietà della media e principio del massimo modulo. Il teorema dell'applicazione aperta. Sviluppo di Laurent. Studio delle singolarità isolate. Il teorema dei residui. Funzioni armoniche di due variabili reali.

La trasformata di Fourier nello spazio di Lebesgue delle funzioni sommabili. Teorema di inversione. La trasformata di Fourier nello spazio di Schwartz S delle funzioni a decrescenza rapida. La trasformata di Fourier nello spazio S' delle distribuzioni temperate. La trasformata di Fourier sullo spazio di Lebesgue delle funzioni a quadrato sommabile.

Applicazioni ad equazioni differenziali lineari alle derivate parziali con coefficienti costanti: equazioni di Poisson, di Schrödinger e di Klein-Gordon.

Il primo modulo di Metodi matematici della fisica è propedeutico al secondo modulo.

B) BIBLIOGRAFIA

- M.C. ABBATI & R. CIRELLI, *Metodi matematici per la fisica: operatori lineari negli spazi di Hilbert*, Città Studi Edizioni, Milano 1997
- S. LANG, *Complex analysis. Graduate Texts in Mathematics*, 103, Springer-Verlag, New York 1999
- M. REED & B. SIMON, *Methods of modern mathematical physics. I. Functional analysis*, Academic Press, New York-London 1980
- M. REED & B. SIMON, *Methods of modern mathematical physics. II. Fourier analysis, self-adjointness*, Academic Press, New York-London 1975
- W. RUDIN, *Functional analysis*, Mc Graw-Hill Series in Higher Mathematics, Mc Graw-Hill Book Co., New York-Düsseldorf-Johannesburg 1973
- W. RUDIN, *Analisi reale e complessa*, Boringhieri, Torino 1974
- Verranno inoltre distribuite delle dispense sui vari argomenti del corso.

N.B. - Il Prof. Marco Degiovanni riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

85. Misure elettriche (1 unità): Prof. LUCIA HUET DE SALVO

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

86. Modelli matematici per i mercati finanziari (1 unità): Prof. FRANCESCO MARIA PARIS

Il corso è mutuato da *Matematica finanziaria*.

87. Processi stocastici (1 unità): Prof. FRANCESCO MARIA PARIS

Il corso è mutuato da *Matematica finanziaria*.

88. Relatività (un modulo): Prof. GIANCARLO CAVALLERI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Dopo un cenno di storia dell'astronomia (risultati ottenuti dagli antichi greci per il sistema solare), vengono definite le coordinate astronomiche per dare la *posizione angolare* della retta di visuale mediante la declinazione e l'ascensione retta. Si illustrano la fascia dei tropici, le calotte polari, solstizi, equinozi, le maree e le eclissi.

Le posizioni angolari, assieme alle misure delle *distanze* (ottenute con la triangolazione, la parallasse e il metodo fotometrico) consentono di tracciare una mappa tridimensionale dei raggruppamenti delle stelle in galassie, di queste ultime in ammassi, e degli addensamenti degli ammassi di galassie sulle pareti e negli interstizi di enormi macrobolle al cui interno vi è un vuoto spintissimo.

Gli spettri atomici (righe spettrali) danno i vari elementi chimici (e le loro percentuali) presenti nelle atmosfere stellari. Il loro spostamento, rispetto alle righe dei corrispondenti gas terrestri, dà le *velocità* radiali che portano a concludere che l'universo è in espansione.

Vengono illustrate le principali teorie cosmologiche dell'epoca moderna, soffermandosi sulla teoria standard del big bang.

Vengono criticate alcune recenti teorie cosmologiche e ne viene proposta una nuova.

Particolare enfasi è dedicata al problema dell'origine dell'universo.

B) BIBLIOGRAFIA

La bibliografia verrà fornita durante il corso.

N.B. - Il Prof. Giancarlo Cavalleri riceve gli studenti tutti i giorni, tranne il mercoledì, dalle ore 11 alle ore 12.30 e dalle ore 15 alle ore 16 nel suo studio.

89. Reti informatiche e multimedialità

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

90. Ricerca operativa: Prof. LORENZO SCHIAVINA

Il corso è mutuato da *Metodi e modelli per l'organizzazione e la gestione*.

91. Sistemi di elaborazione dell'informazione (I e II modulo): Prof. GIOVANNI SACCHI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

I modulo: Generalità sui sistemi operativi

Concetti fondamentali, classificazione, struttura

Compiti di un sistema operativo:

- Gestione dei processi

- Gestione della memoria
- Interfaccia del File system

Sistemi distribuiti:

- Strutture di comunicazione
- Strutture dei sistemi distribuiti
- File system distribuiti

II modulo: Approfondimenti sui sistemi operativi

Deadlock:

- Modellizzazione e caratterizzazione
- Gestione, rilevamento, ripristino

Processi:

- Processi cooperanti
- Thread, esempi
- Processi concorrenti

Casi di Studio:

- I Sistemi Unix
- I Sistemi Linux
- I Sistemi Windows

B) BIBLIOGRAFIA

- A. SILBERSCHATZ-P. GALVIN, *Operating Systems Concepts*, Addison-Wesley , 5^a Edizione 1998
B.W. KERNIGAN-R.S. PIKE, *The Unix programming environment*, Prentice Hall, Software Series, 1984
ELLIS-T.M.R., *Programmazione Strutturata FORTRAN 77 (con elementi di FORTRAN 90)*, Zanichelli Bologna, 2^a Edizione 1997
A. KELLEY-I. POHL, *C - Didattica e Programmazione*, Addison-Wesley Italia, 1996
K. ARNOLD-J. GOSLING, *JAVA Didattica e Programmazione*, Addison-Wesley Italia

C) AVVERTENZE

Il corso verrà svolto in parte in aula, con lezioni teoriche, e in parte il Laboratorio di Informatica, con lezioni ed esercitazioni mirate ad approfondire, dal punto di vista operativo, gli argomenti trattati.

L'esame del Primo Modulo consta di una prova scritta e di una eventuale discussione orale. La prova scritta, che si svolge in Laboratorio di Informatica, consiste nella stesura e nella messa a punto di un programma.

L'esame del Secondo Modulo consiste in una prova orale in cui lo studente dovrà

dimostrare la conoscenza degli argomenti in programma e la padronanza degli esercizi proposti nelle esercitazioni.

N.B. - Il Prof. Giovanni Sacchi riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

92. Sistemi operativi (1 unità): Prof. GIOVANNI SACCHI

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

93. Statistica

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

94. Statistica matematica (I e II modulo)

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

95. Storia delle matematiche (I e II modulo): Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO

A) PROGRAMMA DEL CORSO

I modulo

Elementi di metodologia storiografica. Le origini della scienza in Grecia. La prima storia della matematica. La tradizione matematica ellenica ed ellenistica. La scienza romana e bizantina e i primi secoli del Cristianesimo. La matematica nel mondo indiano, cinese e islamico e nel mondo latino medievale.

II modulo

La matematica nel periodo rinascimentale europeo. La scuola algebrica italiana e in specie N. Tartaglia. Nascita e primi sviluppi della geometria analitica e del calcolo infinitesimale. La matematizzazione della fisica. La storiografia della matematica in epoca contemporanea.

B) BIBLIOGRAFIA

Per il I modulo:

P. PIZZAMIGLIO, *La storia della matematica*, ISU Università Cattolica, 1995

Per il II modulo:

P. PIZZAMIGLIO, *Ruolo della storia nella didattica della matematica*, Editrice La Scuola, 2001

C) AVVERTENZE

Per entrambi i moduli verranno anche forniti appunti delle lezioni.

N.B. - Il Prof. Pierluigi Pizzamiglio riceve gli studenti dal martedì al giovedì presso la Biblioteca di Storia delle Scienze "C.Viganò".

96. Struttura della materia (I e II modulo): Prof. FULVIO PARMIGIANI

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

97. Teoria dei sistemi (1 unità): Prof. GERMANO RESCONI

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

98. Teoria delle reti (1 e 2 unità): Prof. DANIELE TESSERA

Il programma e la bibliografia verranno comunicati successivamente.

99. Termodinamica (1 unità): Prof. MASSIMO SANCROTTI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

Termodinamica.

Principio zero, equilibrio termico e temperatura. Caratteristiche termometriche, punti fissi e scale di temperatura. Termometri a gas e limite del gas ideale. Equazione di stato del gas ideale. Concetto di calore. Calori specifici. Calori latenti. Conduzione del calore. Equivalente meccanico del calore. Trasformazioni di un sistema termodinamico. Lavoro, calore e energia interna: primo principio della termodinamica. Trasformazioni di un gas ideale: isoterme, isocore e isobare e ciclo di Carnot. Macchine termiche e frigoriferi.

Il secondo principio della termodinamica. Reversibilità e irreversibilità. Teorema di Carnot e temperatura termodinamica assoluta. Disuguaglianza di Clausius. La funzione di stato entropia. Entropia dei sistemi, dell'ambiente, dell'universo e del resto dell'universo. Entropia dei sistemi, dell'ambiente e dell'universo. Entropia di un gas ideale. Equazione di Clapeyron.

Modelli microscopici per sistemi termodinamici.

Teoria cinetica del gas ideale. Temperatura e energia cinetica media. Equipartizione dell'energia e calori specifici. Distribuzione di Maxwell delle velocità. Gas reali, equazione di stato di Van der Waals ed espansione del viriale. Microstati e macrostati. Entropia come logaritmo della probabilità termodinamica.

B) BIBLIOGRAFIA

- D.U. ROLLER-R. BLUM, *Fisica-Meccanica, Onde, Termodinamica*, Vol. 1, Zanichelli, Bologna
- M. ALONSO-E. FINN, *Fisica*, Volume I, Ed. Masson, Milano
- C. MENCUCCINI-V. SILVESTRINI, *Meccanica e Termodinamica*, Ed. Liguori
- M.W. ZEMANSKI, *Calore e Termodinamica*, Vol.1, Ed. Zanichelli, Bologna
- M.M. ZEMANSKI-M.W. ABBOTT-H.C. VAN NESS, *Fondamenti di termodinamica per ingegneri*, Voll. 1 & 2, Zanichelli, Bologna
- E. FERMI, *Termodinamica*, Ed. Boringhieri
- G. BERNARDINI, *Fisica Generale*, Parte I, Libreria Eredi V. Veschi, Roma
- D. SETTE, *Lezioni di Fisica*, Voll. I e II, Libreria Eredi V. Veschi, Roma
- R.P. FEYNMAN-R.B. LEYGHTON-M. SANDS, *La Fisica di Feynman*, Voll. I-1 & I-2, Inter European Editions, Amsterdam

N.B. - Il Prof. Massimo Sancrotti riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

CORSI DI INTRODUZIONE ALLA TEOLOGIA

L'Università Cattolica, in aggiunta agli esami previsti dal piano di studi per conseguire la laurea, richiede allo studente di sostenere tre esami di introduzione alla Teologia per il corso di laurea vecchio ordinamento e due per il corso di diploma e per il Corso di laurea nuovo ordinamento.

Questi insegnamenti intendono offrire una conoscenza critica, organica e motivata dei contenuti della Rivelazione e della vita cristiana, così da ottenere una più completa educazione degli studenti all'intelligenza della fede cattolica. Ciò nella convinzione che "l'interdisciplinarietà sostenuta dall'apporto della filosofia e della teologia, aiuta gli studenti ad acquisire una visione organica della realtà e a sviluppare un desiderio incessante di progresso intellettuale" (Ex corde Ecclesiae, 20).

È possibile consultare i programmi ed eventuali aggiornamenti anche sul sito internet dell'Università Cattolica (www.unicatt.it), partendo dalla pagina delle Facoltà.

PRIMO ANNO

Il mistero di Cristo

Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. La domanda religiosa oggi
2. Storia della salvezza e rivelazione di Dio
3. Introduzione alla sacra Scrittura
4. Teologia: introduzione e significato
5. Il Gesù storico
6. Predicazione del regno, miracoli e titoli cristologici
7. Il mistero pasquale
8. La confessione della fede trinitaria
9. Universalità salvifica del Cristo e altre religioni

B) BIBLIOGRAFIA

Testi obbligatori per i non frequentanti le lezioni:

J. FINKENZELLER, *Il problema di Dio*, Paoline, 1986

Lettura e commento della "*Dei Verbum*"

J. IMBACH, *La Bibbia: storia, autori, messaggio*, EDB, 1981

G. COLOMBO, *Perché la teologia?*, La Scuola, Brescia 1988

F. ARDUSSO, *Gesù Cristo, Figlio del Dio vivente*, San Paolo, Cinisello B. (MI) 1996

M. DHAVAMONY, *Teologia delle religioni*, San Paolo, 1997

Per i frequentanti le lezioni e il seminario verranno messi a disposizione, a fine corso, degli appunti schematici redatti dal docente

C) AVVERTENZE

Il corso prevede un seminario su “Scienza e fede”.

N.B. - Il Prof. Pierluigi Pizzamiglio riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

SECONDO ANNO

Chiesa e sacramenti

Prof. PIERLUIGI PIZZAMIGLIO

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. Gesù all'origine della Chiesa
2. Gli elementi costitutivi della Chiesa
3. Le immagini della Chiesa
4. La chiesa comunione fraterna e apostolica
5. L'iniziazione cristiana
6. Chiesa, peccato e riconciliazione
7. Le scelte della maturità cristiana
8. La Chiesa e la società
9. La missione cattolica della Chiesa

B) BIBLIOGRAFIA

Testi obbligatori per i non frequentanti le lezioni:

S. PIÉ NINOT, *Introduzione alla ecclesiologia*, Piemme 1986Lettura e commento della "*Lumen Gentium*"M. QUALIZZA, *Iniziazione cristiana: battesimo, confermazione, eucarestia*, S. Paolo, Milano 1996Lettura e commento della "*Gaudium et spes*"

Per i frequentanti le lezioni e il seminario verranno messi a disposizione, a fine corso, degli appunti schematici redatti dal docente

C) AVVERTENZE

Il corso prevede un seminario su "La missionarietà della Chiesa".

N.B. - Il Prof. Pierluigi Pizzamiglio riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio.

TERZO ANNO

La vita nuova in Cristo

Prof. RENATO FALISELLI

A) PROGRAMMA DEL CORSO

1. Le “premesse”

La situazione contemporanea: il momento difficile della morale cristiana.

L'urgenza di un ritorno alla Sacra Scrittura

Senso, possibilità e limiti di una “morale biblica”

2. I “luoghi” biblici essenziali di riferimento

A.T.: “Alleanza” e “legge”

N.T.: - “Regno di Dio” e “Discorso della Montagna”;

- la “legge della carità”;

- l’”uomo nuovo” nelle lettere di San Paolo

3. I “criteri fondamentali della crescita”

Il criterio “oggettivo”: la norma morale (con particolare riguardo al tema della “legge naturale”)

Il criterio “soggettivo”: la coscienza (con speciale attenzione ai possibili conflitti fra “legge” e “coscienza”).

4. L’”arresto” e la “ripresa”

“Peccato e conversione”

5. Morale “umana” e morale “cristiana”

Alla ricerca dello “specifico” cristiano in campo morale

B) BIBLIOGRAFIA

R. FALISELLI, *Morale cristiana e crescita dell'uomo nuovo (pro manuscripto)*, Università Cattolica del Sacro Cuore, Brescia 1987

A fianco delle “dispense”, la Bibbia (in versione integrale) è da considerarsi strumento indispensabile di lavoro

GIOVANNI PAOLO II, *Enciclica “Veritatis Splendor”*, 1993 (qualunque edizione integrale)

Ulteriori indicazioni bibliografiche, per un utile approfondimento personale, saranno fornite durante le lezioni.

C) AVVERTENZE

Accanto alla parte istituzionale, di cui sopra, è previsto un Seminario su “Questioni di etica della vita fisica”, quale parte integrante del programma in corso.

Riferimento fondamentale e obbligatorio sarà Giovanni Paolo II, *Enciclica “Evangelium Vitae*, 1995 (qualunque edizione integrale).

N.B. - Il Prof. Renato Faliselli riceve gli studenti dopo le lezioni nel suo studio o previo appuntamento.

FINITO DI STAMPARE
NOVEMBRE 2001



UNIVERSITÀ CATTOLICA
FACOLTÀ DI PENSIERO