

## REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN MATEMATICA (CLASSE L-35 - SCIENZE MATEMATICHE)

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea in Matematica (classe L-35) ed è pubblicato sul sito *web* del Dipartimento di Matematica e Fisica.

Anno accademico da cui il Regolamento ha decorrenza: a.a. 2020/2021

Data di approvazione del Regolamento: 14 luglio 2020.

Struttura didattica responsabile: Dipartimento di Matematica e Fisica

Organo didattico cui è affidata la gestione del corso: Commissione Didattica per i Corsi di Studio in Matematica e in Scienze Computazionali.

### Indice

Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo .....	1
Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati .....	2
Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso .....	3
Art. 4. Modalità di ammissione .....	3
Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio .....	4
Art. 6. Organizzazione della didattica .....	5
Art. 7. Articolazione del percorso formativo .....	7
Art. 8. Piano di studio .....	11
Art. 9. Mobilità internazionale .....	14
Art. 10. Caratteristiche della prova finale .....	14
Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale .....	14
Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative .....	17
Art. 13. Servizi didattici propedeutici o integrativi .....	17
Art. 14. Altre fonti normative .....	18
Art. 15. Validità .....	18

### **Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Laurea in Matematica dell'Università degli Studi Roma Tre si propone di formare laureati/e che abbiano una solida preparazione di base in matematica e che siano entrati in contatto con le sue principali applicazioni, in particolare nella fisica e nell'informatica. L'obiettivo principale è quello di dare sia una preparazione adeguata a un ingresso efficace nel mondo del lavoro, in ambito computazionale, finanziario, modellistico, multimediale o dei servizi ad alto contenuto

tecnologico, sia una valida preparazione per il proseguimento degli studi in un corso di laurea magistrale in Matematica o in altre discipline di carattere scientifico o tecnologico.

Il Corso di Laurea in Matematica offre la possibilità di formare laureati/e che siano in grado di riconoscere e riprodurre dimostrazioni rigorose, di comprendere e utilizzare modelli matematici, abbiano adeguate competenze computazionali e informatiche, e siano in grado di formalizzare matematicamente problemi formulati nel linguaggio naturale.

Il percorso formativo, pur basato su un'ampia parte comune a tutti gli/le studenti/esse, permette al suo interno di individuare percorsi flessibili che consentono una maggiore caratterizzazione degli studi. In particolare, nel percorso formativo viene riservato un congruo numero di CFU alle attività formative di base, ivi comprese la fisica e l'informatica. Inoltre, viene riservato un congruo numero di CFU ad attività caratterizzanti per permettere la formazione interdisciplinare necessaria alla preparazione di figure professionali polivalenti o che possa favorire il proseguimento degli studi in corsi di laurea magistrale in Matematica o in altra classe. Le attività formative affini suggerite completano la preparazione dello/della studente/essa in ambiti al di fuori dell'area matematica, con particolare attenzione alla fisica e all'informatica. Le restanti attività, ad ampia scelta, permettono infine allo/alla studente/essa di integrare la propria formazione a seconda dei propri interessi o dell'eventuale indirizzo, sia esso teorico, didattico o informatico-applicativo, che intenda seguire in un successivo corso di laurea magistrale. In base alle attività formative caratterizzanti non obbligatorie, i percorsi formativi sono distribuiti in due curricula, uno teorico-didattico, in cui si privilegiano i settori nell'ambito della "formazione teorica", e uno modellistico-applicativo, in cui si riserva un numero sufficiente di crediti ai settori nell'ambito della "formazione modellistico-applicativa".

Le modalità didattiche degli insegnamenti sono prevalentemente quelle della lezione frontale, delle esercitazioni e di lavoro guidato in piccoli gruppi sia in aula che in laboratori informatici; quest'ultima tipologia non è confinata ai corsi prettamente informatici, ma costituisce un completamento importante alla trattazione teorica anche per altri insegnamenti. La verifica dei risultati di apprendimento attesi è prevalentemente demandata alla forma classica della valutazione a conclusione dell'insegnamento e/o alla valutazione "in itinere" durante lo svolgimento stesso, usualmente mediante valutazione di elaborati scritti e/o in colloqui orali.

## **Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Funzione in un contesto di lavoro: tecnico di alto profilo e dirigente di azienda in ambito informatico, finanziario, ingegneristico, sanitario, della comunicazione, scientifico, tecnologico, accademico.

Competenze associate alla funzione: mentalità flessibile, competenze computazionali e informatiche, e una buona dimestichezza con la gestione, l'analisi e il trattamento di dati.

Sbocchi occupazionali: nelle aziende e nell'industria; nei laboratori e centri di ricerca; nel campo della diffusione della cultura scientifica; nel settore dei servizi; nella pubblica amministrazione.

Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT):

1. Matematici - (2.1.1.3.1)
2. Tecnici statistici - (3.1.1.3.0)
3. Tecnici programmatori - (3.1.2.1.0)
4. Tecnici esperti in applicazioni - (3.1.2.2.0)
5. Tecnici web - (3.1.2.3.0)

### **Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso**

Possono essere ammessi al Corso di Laurea in Matematica coloro che sono in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente. Requisiti utili per iniziare regolarmente gli studi sono l'abitudine al ragionamento rigoroso, la familiarità con il linguaggio matematico dell'aritmetica, dell'algebra e della geometria.

Per l'accesso al Corso di Laurea in Matematica sono anche richieste, oltre che una buona capacità di comunicazione scritta e orale, adeguate conoscenze e competenze di matematica elementare. L'articolo 4 riporta con precisione l'elenco delle conoscenze e competenze di matematica elementare richieste. Precisa, inoltre, le modalità con cui la struttura didattica procede alla verifica di tali conoscenze e competenze e rende disponibili agli/alle studenti/esse e ai/alle preiscritti/e opportune forme di autovalutazione e corsi introduttivi per aiutare a colmare eventuali inadeguatezze della preparazione. Nel caso in cui la prova di accesso non raggiunga il punteggio della piena sufficienza, saranno assegnati allo/alla studente/essa specifici Obblighi Formativi Aggiuntivi (O.F.A.) da soddisfare nel primo anno di corso.

### **Art. 4. Modalità di ammissione**

Il corso di laurea in Matematica è ad accesso libero e prevede lo svolgimento di una prova di valutazione. La prova di valutazione è obbligatoria ma non selettiva. È possibile sostenere la prova in più sessioni: anticipata nel periodo aprile-luglio oppure nel periodo agosto-ottobre.

Oltre a coloro che sono già in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado, possono partecipare alla prova anche gli/le iscritti/e al quarto e quinto anno della scuola secondaria superiore; gli/le iscritti/e al quarto anno potranno perfezionare l'immatricolazione nell'a.a. successivo.

La prova di valutazione consiste in un test di 20 domande su argomenti riguardanti: Numeri e Insiemi – Algebra – Geometria - Funzioni, grafici, relazioni - Logica e linguaggio - Trigonometria - Equazioni e sistemi - Combinatoria e Probabilità.

Il risultato della prova di valutazione viene stabilito assegnando 1 punto per ogni risposta corretta, 0 punti per ogni risposta non data ed una penalizzazione di 0,25 punti per ogni risposta errata.

Ogni anno il Dipartimento di Matematica e Fisica valuta la modalità di somministrazione del test con delibera della Commissione didattica (su delega del Consiglio di Dipartimento).

Il Dipartimento di Matematica e Fisica mette a disposizione una piattaforma e-learning che consente di esercitarsi alla prova di valutazione.

Inoltre, per la prova di valutazione da sostenere nel periodo di settembre e ottobre, il Dipartimento offre agli studenti interessati un corso di preparazione (TSI- Tutorato speciale introduttivo) con lezioni frontali che si svolgono nei primi giorni del mese di settembre. Ove non possibili le lezioni frontali, verranno sostituite da lezioni in remoto su apposita piattaforma comunicata sul sito del Dipartimento.

Se alla prova di valutazione si è ottenuto un punteggio inferiore a 6 ci si potrà immatricolare ma saranno assegnati degli Obblighi Formativi Aggiuntivi (OFA) da colmare tramite il superamento di un esame da svolgersi durante il primo semestre. Il Dipartimento di Matematica e Fisica offre nel mese di settembre un corso di raccordo per il recupero degli OFA con la finalità di fornire gli strumenti per un rapido recupero (in termini di conoscenze e abilità) delle nozioni di base della matematica agevolandone l'inserimento nelle attività didattiche iniziali. Il Corso di Raccordo viene fornito in lezioni frontali; ove non possibile tale modalità, verrà sostituito da lezioni in remoto su apposita piattaforma comunicata sul sito del Dipartimento.

La prova di valutazione delle conoscenze per l'ingresso ai corsi di laurea scientifici organizzata dal CISIA contenente il modulo di "Matematica di Base" o "Matematica" del TOLC-S (Scienze), TOLC-B (Biologia) e TOLC-I (Ingegneria), anche in modalità telematica: TOLC@CASA, offerta e gestite dal consorzio CISIA è riconosciuta valida per l'ammissione al corso di laurea.

La Commissione Didattica valuta anche altri test svolti dallo/a studente/ssa presso altri corsi di laurea dell'Università degli Studi Roma Tre o in altri Atenei differenti dalla modalità prescelta dal Dipartimento di Matematica e Fisica e dalla modalità TOLC del CISIA.

Il bando rettorale di ammissione al corso di studio contiene i posti riservati a cittadini e cittadine extracomunitari/e residenti all'estero e cinesi partecipanti al Programma Marco Polo, le disposizioni relative alla prova di accesso, con riferimento in particolare alle procedure di iscrizione, alle scadenze, alle date e modalità di svolgimento, i criteri di valutazione e le modalità di pubblicazione dei relativi esiti.

**Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio**

La domanda di passaggio da altro corso di studio di Roma Tre, trasferimento da altro ateneo, reintegro a seguito di decadenza o rinuncia, abbreviazione di corso per riconoscimento esami e carriere pregresse deve essere presentata secondo le modalità e le tempistiche definite nel bando rettorale di ammissione al corso di studio.

La Commissione Didattica, in base a criteri e procedure predeterminati dalla commissione stessa, in conformità con quanto disciplinato dal Regolamento Didattico e dal Regolamento Carriera di Ateneo, valuta la corrispondenza tra crediti formativi universitari previsti dall'ordinamento del corso di laurea e quelli già acquisiti od acquisibili presso altre istituzioni universitarie. Una commissione, appositamente nominata, esamina le domande scritte e documentate presentate dagli/dalle studenti/esse e, dopo una adeguata istruttoria volta anche a valutare la non obsolescenza dei contenuti formativi e l'eventuale ammissione ad anni successivi al primo, presenta la proposta di delibera alla Commissione Didattica.

A chi proviene da corsi di laurea della classe L-35, Scienze Matematiche, sarà riconosciuto almeno il 50% dei crediti già maturati relativi al medesimo settore scientifico-disciplinare. Nel caso in cui il corso di provenienza sia stato svolto con modalità a distanza, la quota minima del 50% è riconosciuta soltanto se esso risulti accreditato ai sensi degli appositi regolamenti ministeriali.

La Commissione Didattica cercherà di assicurare il riconoscimento del maggior numero possibile di crediti già maturati, anche ricorrendo eventualmente a colloqui integrativi di verifica delle conoscenze effettivamente possedute. Una parte dei crediti riconosciuti per trasferimento potranno essere inseriti fra quelli relativi alle attività a scelta dello/della studente/essa o fra le altre attività formative.

#### **Art. 6. Organizzazione della didattica**

Per il conseguimento del titolo di Laurea in Matematica occorre acquisire un totale di 180 Crediti Formativi Universitari (CFU). Tali crediti vengono ripartiti tra le varie attività formative, aree e settori scientifico-disciplinari.

Il Corso di laurea in Matematica prevede il sostenimento di:

- 19 o 20 esami di profitto (in base al gruppo di scelta degli esami ovvero se 1 esame da 9 CFU oppure 2 esami da 6+3CFU) per un totale di 165 CFU.
- l'idoneità di una lingua straniera della comunità europea livello B1 (3 CFU);
- l'idoneità di Inglese scientifico (1 CFU);
- la prova finale (11 CFU).

Il Corso di laurea in Matematica prevede le seguenti tipologie di attività formative:

- lezioni frontali in aula;
- esercitazioni in aula;
- esercitazioni in laboratorio;
- esercitazioni in laboratorio con attività di elaborazione dati;
- corsi di lettura;
- seminari;
- tirocini;
- stage formativi.

La Commissione Didattica può individuare forme di apprendimento da svolgersi in modalità a distanza in luogo:

- delle attività formative previste in presenza nell'ambito dei singoli insegnamenti;
- e delle attività di cui all'art. 10, comma 5, lettere d) ed e) del DM n. 270/2004.

Ad ogni attività formativa corrisponde un numero di Crediti Formativi Universitari (CFU). Un credito corrisponde a 25 ore di attività di apprendimento per lo/la studente/essa. La quantità media di lavoro di apprendimento svolto in un anno, a studenti/esse che sono impegnati a tempo pieno negli studi universitari e in possesso di adeguata preparazione iniziale, è convenzionalmente fissata in 60 crediti. Al fine di agevolare un rapido e proficuo inserimento degli/delle studenti/esse in ambito universitario, per il primo anno è previsto un numero inferiore di crediti (54), con il conseguente spostamento di 6 crediti nel secondo e terzo anno (a ciascuno dei quali sono dunque destinati 63 crediti). Almeno il 60% dell'impegno orario complessivo viene riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale. La coerenza tra crediti assegnati alle varie attività formative ed ai relativi insegnamenti e gli specifici obiettivi formativi programmati viene deliberata dal Consiglio di Dipartimento, previo lavoro istruttorio della Commissione Didattica. Il valore in crediti associato ad ogni attività didattica (lezioni, esercitazioni, esercitazioni di laboratorio, lavoro sperimentale e pratico, seminari, tirocini, elaborati, prove idoneative, attività di studio guidata ed individuale, altre attività di formazione) segue le seguenti regole. Ogni credito corrisponde a 8-14 ore complessive di attività didattica per ciascun credito, a seconda dell'anno di corso. Tutti gli insegnamenti prevedono 48 ore di lezione frontale svolte dal/dalla docente titolare, a cui si aggiunge un numero variabile di ore di esercitazioni (didattica integrativa), svolte in parte dal/dalla docente stesso/a e in parte, eventualmente, da un/una diverso/a docente (esercitatore/trice). Il numero di ore delle esercitazioni varia a seconda dell'anno di corso in cui si inserisce l'insegnamento, di nuovo in considerazione del fatto che gli/le studenti/esse trovano difficoltà maggiori durante il primo anno, e poi a scemare fino al terzo anno: sono previste 42 ore per gli insegnamenti, tutti da 9 CFU, del primo anno e 30 ore per gli insegnamenti obbligatori, tutti da 9 CFU, del secondo anno e del terzo anno, mentre agli insegnamenti a scelta più avanzati del terzo anno sono assegnate o 24 ore, per gli insegnamenti da 9 CFU, o 12 ore, per gli insegnamenti da 6 CFU. Di norma, per quanto riguarda le lezioni, 1 CFU corrisponde a 8 ore per gli insegnamenti da 9 CFU e a 10 ore per gli insegnamenti da 6 CFU; per quanto riguarda le esercitazioni, 1 CFU corrisponde a 14 ore per gli insegnamenti del primo anno, a 10 ore per gli insegnamenti obbligatori del secondo anno e del terzo anno, a 8 ore per gli insegnamenti facoltativi da 9 CFU del terzo anno e a 10 ore per gli insegnamenti facoltativi da 6 CFU del terzo anno. Almeno 12 ore di didattica integrativa per ogni insegnamento sono svolte dal/dalla docente titolare.

Per il conseguimento dei crediti relativi a ciascuna attività formativa è prevista una prova di valutazione del profitto (esame). Tutte le prove di valutazione del profitto delle attività formative comportano un voto, tranne quelle finalizzate alle conoscenze linguistiche, attività formative relative all'art.10, comma 5c del DM 270/2004, e quelle relative all'art.10, comma 5d del DM 270/2004 (tirocini formativi e di orientamento, ulteriori abilità informatiche, telematiche ed altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, ulteriori conoscenze linguistiche), per le quali le prove di valutazione sono idoneative.

Per ogni anno accademico, gli esami si svolgono in tre periodi coincidenti con periodi di interruzione delle attività di insegnamento. I calendari delle prove di valutazione del profitto vengono resi noti con un congruo anticipo rispetto all'inizio degli appelli, nel rispetto delle disposizioni del

Regolamento Didattico di Ateneo. Di norma, per ogni anno accademico, gli appelli sono distribuiti in tre sessioni: una prima sessione (periodo giugno-luglio), una seconda sessione (settembre) e una terza sessione (periodo gennaio-febbraio). Per ciascuna attività didattica sono previsti annualmente quattro appelli distribuiti in tre sessioni di esame. Sono inoltre previsti due ulteriori appelli straordinari, denotati appelli laureandi, uno a novembre/dicembre e uno a gennaio/febbraio, riservati a coloro che non si siano iscritti all'anno accademico in corso e che debbano ancora sostenere non più di tre esami inseriti nel proprio piano di studio; occorre presentare esplicitamente una domanda di attivazione dell'appello e di ammissione allo stesso, secondo modalità che sono stabilite e divulgate dalla Commissione Didattica.

Di norma, la valutazione del profitto avviene attraverso un esame finale che si articola in due parti, una scritta e una orale. Per alcuni insegnamenti possono essere previste altre forme di valutazione del profitto (ad esempio, prove di laboratorio, seminari, prove parziali in itinere, esercizi scritti in itinere, etc.), secondo modalità che sono fissate dal/dalla docente in accordo con la struttura didattica e, qualora non siano già descritte nella scheda online dell'insegnamento e negli allegati al presente Regolamento, sono comunque pubblicizzate dal/dalla docente nella pagina web dell'insegnamento e comunicate agli/alle studenti/esse all'inizio delle lezioni. Nel caso di prove parziali in itinere, nell'esame finale potrà essere formalizzata la valutazione del profitto avvenuta attraverso tali prove.

I requisiti di ammissione agli esami di profitto sono disciplinati dal [Regolamento Carriera](#).

[Il Regolamento Didattico d'Ateneo](#) contiene le modalità di svolgimento e di verbalizzazione dell'esame e la normativa riguardante la composizione delle commissioni per gli esami di profitto. Le commissioni per gli esami di profitto sono nominate, su delega del Consiglio di Dipartimento, dalla Commissione Didattica. Le commissioni di esame esprimono il voto in trentesimi, a parte gli insegnamenti per i quali il regolamento del corso di studio prevede la sola idoneità. La Commissione può attribuire la lode solo all'unanimità.

La nomina a cultore della materia, quale eventuale membro della commissione d'esame di profitto, è deliberata dalla Commissione Didattica su proposta del/della docente ufficialmente responsabile dell'insegnamento, ha validità per un triennio, salvo revoca motivatamente deliberata, e può essere rinnovata. La nomina a cultore della materia permette la partecipazione alla commissione per l'esame di profitto e viene conferita a fronte di una comprovata ed elevata esperienza scientifica e/o professionale nella materia in oggetto, esperienza valutata dalla Commissione Didattica sulla base di criteri quali il possesso del titolo di dottorato di ricerca, pubblicazioni scientifiche nel campo, attività didattica, adeguata esperienza professionale e sulla base di quanto disposto dal [Regolamento Didattico d'Ateneo](#) (Allegato D) .

Le modalità organizzative per studenti/esse con disabilità, caregiver, part-time, lavoratori/trici, persone sottoposte a misure restrittive della libertà personale e altre specifiche categorie sono disciplinate dal [Regolamento Carriera](#), relativo alla tutela per specifiche categorie di studenti/esse.

### **Art. 7. Articolazione del percorso formativo**

Tutti i percorsi formativi del Corso di Laurea in Matematica richiedono il conseguimento di 180 CFU nell'arco di tre anni. Essi prevedono, in conformità all'ordinamento Didattico, attività formative comuni per un totale di 126 crediti, oltre a 15 crediti complessivi per la prova finale, la lingua

straniera e ulteriori attività utili per l'inserimento nel mondo del lavoro. Alle restanti attività formative sono assegnati 39 crediti, di cui 12 riservati alle scelte autonome degli/delle studenti/esse, in uno spettro molto ampio di attività fra quelle presenti all'interno del corso di laurea e fuori di esso. Tali scelte potranno essere orientate dalla Commissione Didattica verso attività formative utili a collocare le specifiche competenze che caratterizzano la classe delle lauree in Scienze Matematiche nel generale contesto scientifico-tecnologico, culturale, sociale ed economico. Sulla base delle scelte fatte in relazione ai 39 crediti delle attività formative restanti, i percorsi formativi si inquadrano nel curriculum teorico-didattico, consigliato a chi sia interessato agli aspetti più teorici, o nel curriculum modellistico-applicativo, professionalizzante e pensato anche per un rapido inserimento nel mondo del lavoro, con una differenziazione sul numero di crediti destinati alle attività caratterizzanti inquadrare nell'ambito della formazione teorica e della formazione modellistico-applicativa.

All'interno del curriculum teorico-didattico sono consigliati i seguenti due percorsi formativi:

- **Matematica Generale:** rivolto principalmente a coloro che siano più interessati agli aspetti della matematica pura e che, dopo la laurea, intendano proseguire gli studi per il conseguimento di una laurea magistrale in ambito teorico. Viene perciò dato ampio spazio ai settori scientifico-disciplinari di ambito teorico (logica matematica, algebra, geometria, matematiche complementari e analisi matematica). Lo/La studente/essa deve acquisire nella parte variabile: almeno 9 crediti per attività formative inquadrare nel settore INF/01 e FIS/01-08; almeno 18 crediti per attività formative inquadrare in almeno due tra i settori scientifico-disciplinari MAT/01-05, di cui al più un insegnamento nel settore MAT/04; almeno 12 crediti per attività formative inquadrare nei settori scientifico disciplinari MAT/01-09, INF/01, FIS/01-08, di cui almeno un insegnamento in uno dei settori MAT/01-09.
- **Matematica per l'Insegnamento,** rivolto principalmente a coloro che, dopo la laurea, intendano proseguire la loro formazione nell'ambito della didattica delle scienze. Viene quindi data particolare enfasi al settore scientifico-disciplinare delle matematiche complementari; inoltre, tra le attività affini, sono proposti insegnamenti che completano la preparazione di base degli/delle studenti/esse in ambito scientifico non matematico e contribuiscono, una volta che essi abbiano conseguito il titolo di laurea magistrale, all'acquisizione dei crediti richiesti per l'accesso ai corsi di formazione insegnanti. Lo/La studente/essa deve acquisire nella parte variabile: almeno 9 crediti per attività formative inquadrare nel settore INF/01 e FIS/01-08; almeno 18 crediti per attività formative inquadrare in almeno due tra i settori scientifico-disciplinari MAT/01-05, di cui almeno un insegnamento nel settore MAT/04; almeno 12 crediti per attività formative inquadrare nei settori scientifico disciplinari MAT/01-09, INF/01, FIS/01-08, CHIM/03, GEO/02-03 e BIO/13, di cui almeno un insegnamento in uno dei settori CHIM/03, GEO/02-03 e BIO/13.

Il curriculum modellistico-applicativo prevede il seguente percorso formativo consigliato:

- **Matematica per l'Informatica e il Calcolo Scientifico,** rivolto principalmente a coloro che vogliano acquisire maggiori competenze di carattere modellistico, computazionale e informatico utili per un rapido inserimento nell'attività lavorativa dopo il conseguimento della laurea ovvero che vogliano successivamente proseguire la loro formazione nell'ambito delle applicazioni della matematica. Viene perciò dato spazio comparabile sia ai settori scientifico disciplinari di ambito



teorico che a quelli di ambito modellistico-applicativo (probabilità e statistica matematica, fisica matematica, analisi numerica e ricerca operativa); è inoltre fornita una scelta maggiore tra le attività affini. Lo/La studente/essa deve acquisire nella parte variabile: almeno 9 crediti per attività formative inquadrare nel settore INF/01 e FIS/01-08; almeno 9 crediti per attività formative inquadrare in uno dei settori scientifico disciplinari MAT/01-05; almeno 9 crediti per attività formative inquadrare in uno dei settori scientifico disciplinari MAT/06-09; almeno 12 crediti per attività formative inquadrare nei settori scientifico disciplinari MAT/01-09, INF/01, FIS/01-08, ING-INF/05, SECS-S/01, SECS-S/03, SECS-S/06, di cui almeno un insegnamento in uno dei settori MAT/01-09.

Nei tre percorsi formativi, le attività formative che contribuiscono ai primi 27 cfu sono di norma scelte all'interno di raggruppamenti denominati Gruppo 1, Gruppo 2 e Gruppo 3 come descritti nella seguente tabella riassuntiva.

<b>I ANNO [54 CFU]</b>			
<b>Algebra 1 [9 CFU]</b>	<b>AL110</b>	<b>Geometria e algebra lineare 1 [9 CFU]</b>	<b>GE110</b>
<b>Analisi Matematica 1 [9 CFU]</b>	<b>AM110</b>	<b>Analisi Matematica 2 [9 CFU]</b>	<b>AM120</b>
<b>Algoritmi e strutture dati [9 CFU]</b>	<b>IN110</b>	<b>Fisica 1 [9 CFU]</b>	<b>FS110</b>
<b>II ANNO [63 CFU]</b>			
		<b>Meccanica analitica [9 CFU]</b>	<b>FM210</b>
<b>Algebra 2 [9 CFU]</b>	<b>AL210</b>	<b>Introduzione alla probabilità [9 CFU]</b>	<b>CP210</b>
<b>Analisi Matematica 3 [9 CFU]</b>	<b>AM210</b>	<b>Analisi Matematica 4 [9 CFU]</b>	<b>AM220</b>
<b>Geometria e algebra lineare 2 [9 CFU]</b>	<b>GE210</b>	<b>Topologia [9 CFU]</b>	<b>GE220</b>
<b>III ANNO [39 CFU] - Parte variabile</b>			
<b>1-2 insegnamenti a scelta tra quelli del seguente Gruppo 1 [9 CFU]</b>			
<b>Programmazione in Python e MATLAB – modulo A [3 CFU]</b>	<b>IN400</b>	<b>Programmazione in Python e MATLAB – modulo B [3 CFU]</b>	<b>IN400</b>
<b>Calcolo parallelo e distribuito [9 CFU]</b>	<b>IN480</b>	<b>Teoria dell'informazione [9 CFU]</b>	<b>IN420</b>
<b>Linguaggi di programmazione [9 CFU]</b>	<b>IN490</b>	<b>Ottimizzazione combinatoria [9 CFU]</b>	<b>IN440</b>
<b>Elementi di fisica teorica contemporanea [3 CFU]</b>	<b>FS230</b>	<b>Principi di materia condensata [3 CFU]</b>	<b>FS240</b>
<b>Principi di fisica terrestre e dell'ambiente [3 CFU]</b>	<b>FS250</b>	<b>Elementi di filosofia della scienza [3 CFU]</b>	<b>FS260</b>
<b>L'Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile: le implicazioni per le scienze matematiche e fisiche [3CFU]</b>	<b>FS290</b>	<b>Introduzione alla logica [6 CFU]</b>	<b>LM400</b>
<b>Laboratorio di didattica della fisica [6 CFU]</b>	<b>FS410</b>	<b>Meccanica quantistica [6 CFU]</b>	<b>FS420</b>

Teoria della relatività [6 CFU]	FS430	Acquisizione dati e controllo di esperimenti [6 CFU]	FS440
Elementi di meccanica statistica [6 CFU]	FS450	Didattica della fisica [6 CFU]	FS460
Principi di astrofisica [6 CFU]	FS470	Reti neurali [6 CFU]	FS480
Education & Outreach - Comunicazione della scienza [6 CFU]	FS490		
<b>1 insegnamento a scelta</b> tra quelli del seguente <b>Gruppo 2 [9 CFU]</b>			
Istituzioni di Algebra superiore	AL310	Analisi complessa	AC310
Istituzioni di Analisi superiore	AM310	Algebra commutativa	AL410
Istituzioni di Geometria superiore	GE310	Geometria algebrica 1	GE410
Istituzioni di Matematiche Complementari	MC310	Calcolabilità e complessità	IN410
Crittografia a chiave pubblica	CR410	Introduzione alla teoria dei numeri	TN410
Teoremi sulla logica 1	LM410		
<b>1 insegnamento a scelta</b> o tra quelli del <b>Gruppo 2</b> o tra quelli del seguente <b>Gruppo 3 [9 CFU]</b>			
Analisi Numerica 1	AN410	Istituzioni di Fisica Matematica	FM310
Teoria della probabilità	CP410	Analisi Numerica 2	AN420
Meccanica statistica	MS410	Matematica applicata e industriale	MA410
<b>2 insegnamenti a "scelta ampia" (*)</b> da 6 CFU ciascuno			
<b>III ANNO [24 CFU] - Parte comune</b>			
Fisica 2 [9 CFU]	FS220	Lingua Straniera (idoneità) [3 CFU]	LS-X
Inglese scientifico (idoneità) [1 CFU]		Prova finale (A o B) [11 CFU]	
(*) Gli insegnamenti a "scelta ampia" possono essere scelti in ordine di preferenza: <ul style="list-style-type: none"> <li>• tra gli insegnamenti da 6 CFU attivati per il Corso di Laurea Magistrale in Matematica;</li> <li>• tra gli insegnamenti attivati all'esterno del Corso di Laurea, in base a precise e coerenti esigenze di formazione culturale e di preparazione professionale.</li> </ul>			

Al contrario, le attività formative che corrispondono agli ultimi 12 cfu, una volta soddisfatti i vincoli sopra descritti, per il resto sono scelte liberamente dallo/dalla studente/essa in modo coerente tra quelle meglio rispondenti alle finalità del proprio percorso, con lo scopo di perseguire maggiormente alcuni degli obiettivi formativi qualificanti rispetto ad altri oppure di approfondire particolarmente alcune tematiche o attività professionalizzanti. Soltanto per alcune attività formative sono previste propedeuticità obbligatorie di carattere minimale. Tuttavia, per ogni attività formativa, possono essere segnalate altre attività formative preliminari da considerarsi consigliate. L'attività didattica di ogni insegnamento potrà svolgersi in uno o più moduli didattici, in relazione al numero di crediti e al tipo di attività prevista.

Per una descrizione esaustiva dell'offerta didattica, inclusi gli obiettivi formativi, il numero di crediti e la tipologia, si rimanda agli elenchi delle attività formative attivate per il Corso di Laurea in Matematica e in particolare agli Allegati 1 e 2 del presente Regolamento corrispondenti rispettivamente all'offerta didattica programmata e all'offerta didattica.

Il Corso di Laurea in Matematica, per quanto riguarda le conoscenze linguistiche (“altre attività formative” relative all’art.10, comma 5c del DM 270/2004), prescrive la conoscenza di almeno una tra le seguenti lingue straniere: francese, inglese, spagnolo, tedesco. Per tale finalità, si avvale del supporto del Centro Linguistico di Ateneo (CLA), il quale pianifica dei corsi di supporto al superamento di una prova di idoneità ad una delle lingue sopra menzionate. In particolare, per quanto riguarda la lingua inglese viene richiesta una conoscenza di livello europeo B1. L’idoneità linguistica comporta 3 CFU. I crediti relativi alla conoscenza di una delle lingue sopra elencate possono essere riconosciuti dalla Commissione Didattica anche sulla base di certificazioni rilasciate da strutture interne od esterne all’Ateneo, definite specificatamente competenti dall’Ateneo stesso. Inoltre, nell’ambito delle prove propedeutiche alla prova finale viene richiesto l’accertamento della conoscenza della lingua inglese scientifica, mediante lettura e traduzione di testi specialistici. Alla prova di idoneità di conoscenza linguistica (“altre attività formative” relative all’art. 10, comma 5d del DM 270/2004) viene attribuito 1 CFU.

Nel caso in cui lo/la studente/essa – preventivamente autorizzato dalla Commissione Didattica – svolga un tirocinio formativo presso enti di ricerca, laboratori, od aziende, sotto la supervisione di un docente-relatore/trice, l’elaborato della Prova finale di tipo A (PFA) può consistere nella relazione scientifica relativa al tirocinio formativo.

### **Art. 8. Piano di studio**

Il piano di studio è l’insieme delle attività didattiche che è necessario sostenere per raggiungere il numero di crediti previsti per il conseguimento del titolo finale. L’eventuale frequenza di attività didattiche in sovrannumero e l’ammissione ai relativi appelli di esame è consentita esclusivamente tramite l’iscrizione a singoli insegnamenti, come stabilito dal [Regolamento Carriera](#).

La mancata presentazione e approvazione del piano di studio comportano l’impossibilità di prenotarsi agli esami, ad esclusione delle attività didattiche obbligatorie.

La presentazione del piano di studio, o la sua eventuale modifica, deve essere effettuata on-line sul [Portale dello studente](#) (oppure in caso di problemi è possibile consegnare in Segreteria Didattica l’apposito modulo) a partire dal secondo anno di corso nei periodi 15/10-31/10 e 15/3-15/4 e sarà approvata da un’apposita commissione. In caso di mancata approvazione del piano di studi si verrà contattati per la ridefinizione dello stesso.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i piani di studio consigliati, relativamente alla parte non comune, per i percorsi formativi **Matematica Generale** e **Matematica per l’Insegnamento**, inquadrati nel curriculum teorico-didattico, e **Matematica per l’Informatica e il Calcolo Scientifico**, inquadrato nel curriculum modellistico-applicativo.

**Curriculum Teorico-Didattico  
Piano di Studio “Matematica Generale”**

**III ANNO - Parte variabile**

**1 insegnamento da 9 CFU oppure 1 insegnamento da 6 CFU + 1 insegnamento da 3 CFU a scelta del Gruppo 1**

**2 insegnamenti a scelta del Gruppo 2**

**2 insegnamenti a “scelta ampia” da 6 CFU di cui almeno uno in uno dei settori MAT/01-09**

Per ottenere la laurea nell’ambito del percorso formativo “Matematica Generale”, lo/la studente/essa deve effettuare scelte nella parte variabile del piano di studio in modo da soddisfare i seguenti vincoli complessivi:

- almeno 9 crediti per attività formative inquadrate nel settore scientifico-disciplinare INF/01 e FIS/01-08;
  - almeno 18 crediti per attività formative inquadrate in almeno due tra i settori scientifico-disciplinari MAT/01-05, di cui al più un insegnamento nel settore MAT/04;
  - almeno 6 crediti per attività formative inquadrate nei settori scientifico-disciplinari MAT/01-09;
- almeno 6 crediti per attività formative inquadrate nei settori scientifico-disciplinari MAT/01-09, INF/01 e FIS/01-08.

**Curriculum Teorico-Didattico  
Piano di Studio “Matematica per l’Insegnamento”**

**III ANNO - Parte variabile**

**1 insegnamento da 9 CFU oppure 1 insegnamento da 6 CFU + 1 insegnamento da 3 CFU a scelta del Gruppo 1**

**2 insegnamenti a scelta del Gruppo 2**

**2 insegnamenti a “scelta ampia” da 6 CFU di cui almeno uno in uno dei settori BIO/13, GEO/02, GEO/03 e CHIM/03**

Per ottenere la laurea nell’ambito del percorso formativo “Matematica per l’Insegnamento”, lo/la studente/essa deve effettuare scelte nella parte variabile del piano di studio in modo da soddisfare i seguenti vincoli complessivi:

- almeno 9 crediti per attività formative inquadrate nel settore scientifico-disciplinare INF/01 e FIS/01-08;
- almeno 9 crediti per attività formative inquadrate in uno dei settori scientifico-disciplinari MAT/01-03 e MAT/05;
- almeno 9 crediti per attività formative inquadrate nel settore scientifico-disciplinare MAT/04;
- almeno 6 crediti per attività formative inquadrate in uno dei settori scientifico-disciplinari BIO/13, GEO/02-03 e CHIM/03;
- almeno 6 crediti per attività formative inquadrate nei settori scientifico-disciplinari MAT/01-09, INF/01 e FIS/01-08.

<b>Curriculum Modellistico-Applicativo Piano di Studio “Matematica per l’Informatica e il Calcolo Scientifico”</b>
<b>III ANNO - Parte variabile</b>
<b>1 insegnamento a scelta del Gruppo 2</b>
<b>1 insegnamento a scelta del Gruppo 3</b>
<b>2 ulteriori insegnamenti a “scelta ampia” da 6 CFU di cui almeno uno in uno dei settori MAT/01-09</b>
<b>1 insegnamento da 9 CFU oppure 1 insegnamento da 6 CFU + 1 insegnamento da 3 CFU a scelta del Gruppo 1</b>
<p>Per ottenere la laurea nell’ambito del percorso formativo “Matematica per l’Informatica e il Calcolo Scientifico”, lo/la studente/essa deve effettuare scelte nella parte variabile del piano di studio in modo da soddisfare i seguenti vincoli complessivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno 9 crediti per attività formative inquadrati in almeno due tra i settori scientifico-disciplinari MAT/06-09;</li> <li>- almeno 9 crediti per attività formative inquadrati in almeno uno tra i settori scientifico-disciplinari MAT/01-05;</li> <li>- almeno 9 crediti per attività formative inquadrati nel settore scientifico-disciplinare INF/01 e FIS/01-08;</li> <li>- almeno 6 crediti per attività formative inquadrati nei settori scientifico-disciplinari MAT/01-09;</li> </ul> <p>almeno 6 crediti per attività formative inquadrati nei settori scientifico-disciplinari MAT/01-09, FIS/01-08, INF/01, ING-INF/05, SECS-S/01, SECS-S/03 e SECS-S/06.</p>

Chi non intenda perseguire uno dei percorsi formativi risultante dalle opzioni descritte e riportate nei piani di studio canonici consigliati, ha la possibilità di sottoporre all'approvazione della Commissione Didattica un piano di studio individuale fornendo una ben chiara e culturalmente valida motivazione a supporto. Tale piano di studio deve comunque rispettare i vincoli previsti dai Decreti Ministeriali 270/2004 e 544/2007 per la classe L-35 “Scienze Matematiche” e le disposizioni che riguardano il numero minimo di crediti per ciascuna attività formativa e per ciascun ambito disciplinare o settore scientifico-disciplinare; in particolare almeno 18 crediti devono essere destinati a insegnamenti di tipologia affine-integrativa (TAF c) e almeno 12 crediti devono essere destinati a insegnamenti a scelta dello studente (TAF d). Inoltre, il piano di studio deve corrispondere a precise esigenze di formazione culturale e di preparazione professionale e, quindi, deve presentare una coerenza ed equilibrio nella ripartizione dei crediti nei vari ambiti, aree e settori scientifico-disciplinari.

Gli/Le studenti/esse che optano per il part-time sottopongono il piano degli studi scelto all’approvazione della Commissione Didattica.

### **Art. 9. Mobilità internazionale**

Per gli/le studenti/esse iscritti/e al Corso di laurea triennale in Matematica è prevista la possibilità di effettuare un periodo di studio all'estero (programma Erasmus ed altri programmi di scambio), le cui informazioni sono consultabili sul sito web del Dipartimento di Matematica e Fisica nella sezione "Internazionale" – "Programmi di scambio e mobilità internazionale" e sul Portale dello Studente sezione "Mobilità internazionale".

Ogni anno accademico vengono emanati dei bandi che regolano la mobilità. Per tutto quanto concerne la mobilità internazionale, gli/le studenti/esse sono invitati/e a fare riferimento al coordinatore disciplinare.

Gli assegnatari di borsa di mobilità internazionale devono predisporre un *Learning Agreement* da sottoporre all'approvazione del/della docente coordinatore/trice disciplinare, obbligatoriamente prima della partenza. Il riconoscimento degli studi compiuti all'estero e dei relativi crediti avverrà in conformità con quanto stabilito dal [Regolamento Carriera](#) e dal [Regolamento per i programmi di mobilità internazionale](#) nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

All'arrivo a Roma Tre, gli/le studenti/esse in mobilità in ingresso presso il corso di studio devono sottoporre all'approvazione del/della docente coordinatore/trice disciplinare il Learning Agreement firmato dal/dalla referente accademico/a presso l'università di appartenenza.

### **Art. 10. Caratteristiche della prova finale**

Dopo aver superato le prove didattiche relative alle attività formative regolamentate dall'ordinamento del Corso di Laurea, lo/la studente/essa accede alla prova finale per il conseguimento della Laurea in Matematica di fronte ad una commissione designata in accordo con le modalità generali previste dal Regolamento Didattico di Ateneo. Al fine del superamento della prova finale per il conseguimento della Laurea in Matematica si richiede anche l'accertamento della conoscenza della lingua inglese, mediante lettura e traduzione di testi scientifici. Per la prova finale, lo/la studente/essa potrà scegliere tra due opzioni:

1. l'esposizione di una relazione su un argomento matematico di particolare interesse teorico, algoritmico o applicativo, proposto da un/una relatore/trice;
2. una prova scritta di tipo interdisciplinare su argomenti fondamentali riguardanti il curriculum del Corso di Laurea, consigliata agli/alle studenti/esse che intendono proseguire gli studi in un Corso di Laurea Magistrale in Matematica o in Scienze Computazionali.

### **Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale**

Nel rispetto delle modalità previste nel Regolamento Didattico di Ateneo, per la prova finale lo/la studente/essa può scegliere tra:

• **Prova finale di tipo A (PFA).** La prova finale di tipo A consiste nella presentazione in forma seminariale, di fronte ad una commissione, di un breve elaborato scritto riguardante uno o più argomenti assegnati allo/alla studente/essa da un/una docente (“relatore/trice”), nell'ambito di uno degli insegnamenti a contenuto matematico di tipo avanzato o/e interdisciplinare offerti anche a tale scopo dalla struttura didattica.

Nel caso in cui lo/la studente/essa – preventivamente autorizzato dalla Commissione Didattica – svolga un tirocinio formativo presso enti di ricerca, laboratori, od aziende, sotto la supervisione di un docente-relatore/trice, l'elaborato può consistere nella relazione scientifica relativa al tirocinio formativo.

• **Prova finale di tipo B (PFB).** La prova finale di tipo B consiste nel superamento di una prova scritta di tipo interdisciplinare su argomenti fondamentali del percorso formativo del corso di laurea e nella successiva discussione della prova scritta di fronte ad una commissione. La prova finale di tipo B è fortemente consigliata agli/alle studenti/esse che intendano iscriversi successivamente al Corso di Laurea Magistrale in Matematica.

La prova finale si svolge in due fasi distinte:

- fase I [dipendente dal tipo di prova scelto]
- fase II [valutazione e conferimento della laurea, comune ai due tipi di prova].

Le fasi I e II si svolgono di fronte ad apposite commissioni distinte, nominate dal/dalla Presidente della Commissione Didattica. Le commissioni per la fase I sono costituite da almeno due docenti o ricercatori/trici afferenti, di norma, al Dipartimento di Matematica e Fisica, e sono presiedute da uno/una dei/delle commissari/rie, diverso/a dal/dalla relatore/trice e correlatore/trice nel caso di PFA. La commissione per la fase II è costituita da almeno cinque docenti o ricercatori/trici afferenti, di norma, al Dipartimento di Matematica e Fisica.

Per la fase I della PFA e per la fase II sono previsti quattro appelli l'anno; per la fase I della PFB sono previsti tre appelli d'esame: a giugno, a settembre e a gennaio.

### Fase I

Possono sostenere la fase I della prova finale prescelta coloro ai quali manchino non più di 3 esami relativi agli insegnamenti inseriti nel proprio piano di studio, oltre eventualmente ai crediti per la conoscenza di una lingua straniera, necessari per il conseguimento dei 180 CFU richiesti.

Per la PFA occorre ottenere la disponibilità preventiva del/della docente dell'insegnamento nell'ambito del quale si intende sviluppare un elaborato scritto. Tale docente funge da relatore/trice, seguendo e consigliando il/la candidato/a durante la preparazione dell'elaborato. Per accedere alla fase I della PFA, il/la candidato/a deve aver terminato l'elaborato e aver ottenuto il

benessere del/della relatore/trice. Il/La candidato/a deve inoltre consegnare in Segreteria Didattica l'elaborato in versione elettronica.

Per la PFB, il/la candidato/a deve prenotarsi per la prova scritta prescelta almeno quattro giorni prima della data prevista dal calendario didattico. Qualsiasi membro della commissione per la fase I può svolgere le funzioni di relatore per la PFB.

Il/La presidente della commissione, sulla base dello svolgimento della fase I e sulla base delle indicazioni degli/della altri/e commissari/rie, valuta se l'esito della prova sia positivo o negativo e comunica al/alla candidato/a tale esito. Nel caso la prova sia stata superata, il/la presidente della commissione formula una proposta di valutazione relativa al superamento della fase I, che comunica alla Segreteria Didattica.

La proposta di valutazione relativa al superamento della fase I è espressa come segue: un punteggio intero nella fascia 1-4 per la PFA; un punteggio intero nella fascia 2-6 per la PFB, calcolato come la somma dei punteggi X e Y ottenuti nello svolgimento degli esercizi di algebra/geometria ed analisi/fisica matematica, rispettivamente, riportati ad interi secondo la corrispondenza [26 – 40] → 1 punto, [41 – 49] → 2 punti,  $\geq 50$  → 3 punti. I punteggi X ed Y devono essere entrambi  $\geq 1$  al fine del superamento della prova.

## Fase II

Per poter accedere alla fase II della prova finale, il/la candidato/a deve aver conseguito e registrato tutti i CFU richiesti nell'ambito del proprio piano di studio, esclusi quelli relativi alla stessa fase II della prova finale, e deve compilare una domanda di laurea, firmata dal/dalla relatore/trice.

Al termine della fase II della prova finale verranno attribuiti i crediti di tipologia f, che consentono di raggiungere i 180 CFU complessivi necessari al completamento del curriculum della Laurea.

La commissione per la fase II ha la facoltà di utilizzare le procedure seguenti, dalle quali può comunque derogare qualora lo ritenga opportuno, per definire il voto finale:

- il voto base è costituito dalla media ponderata, riportata in centodecimi ed arrotondata dei voti ottenuti nel superamento delle attività formative, utilizzando come pesi i relativi CFU e considerando il voto di un esame superato con lode come 31 trentesimi;
- sulla base della proposta di valutazione della fase I, il voto base è incrementato di un punteggio intero nella fascia 1-6;
- ai fini della valutazione del curriculum, è possibile attribuire un ulteriore incremento di 3/2/1 punti se il/la candidato/a si laurea entro la seconda/quarta/sesta sessione utile dopo il completamento del triennio relativo alla Laurea, rispettivamente;
- il punteggio totale ottenuto, se  $\leq 110$ , costituisce il voto finale; al/alla candidato/a che totalizzi un punteggio maggiore di 110 può essere attribuita la lode, con decisione unanime della commissione.



Le scadenze e gli adempimenti per la presentazione della domanda per il conseguimento del titolo sono disponibili [sul sito del Dipartimento](#) e sul [Portale dello Studente](#).

### **Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative**

Per assicurare la qualità delle attività formative del corso di laurea, ogni anno con cadenza periodica, nel corso delle sedute programmate, la Commissione Didattica discute le relazioni del Nucleo di Valutazione e della Commissione Paritetica Docenti-Studenti, discute ed approva la Scheda di Monitoraggio annuale elaborata dal Gruppo del Riesame, analizza le risultanze dei Questionari di rilevazione dell'opinione degli/delle studenti/esse (OPIS) sulla didattica. La discussione dei risultati delle OPIS avviene con cadenza annuale, e porta alla stesura di una relazione che ha lo scopo di guidare i referenti delle aree didattiche in fase di programmazione didattica, in modo da rimuovere e/o correggere le eventuali criticità riscontrate negli anni precedenti.

In relazione alle problematiche riscontrate, la Commissione Didattica identifica le possibili procedure correttive da intraprendere e le porta in discussione nella seduta di Consiglio di Dipartimento più prossima. A valle di tale attività di monitoraggio ed in accordo con le tempistiche previste nel documento sulle *Procedure per la definizione dell'offerta formativa dell'Ateneo e per l'assicurazione della qualità nella didattica*, il Consiglio di Dipartimento discute ed approva annualmente una relazione sulle azioni effettuate o che si intendono effettuare per il miglioramento della didattica relativi ai Corsi di Studio di propria pertinenza. Tale relazione costituisce la base per la definizione dell'offerta formativa dell'anno accademico seguente e per la stesura della scheda SUA-CdS, per la revisione del Regolamento Didattico ed eventualmente dell'Ordinamento del Corso di Studio, tenendo anche conto dei suggerimenti emersi dagli incontri con i portatori di interesse.

La Commissione Didattica è costituita da docenti afferenti al Dipartimento di Matematica e Fisica che insegnano nei Corsi di Studio in Matematica e in Scienze Computazionali, dal segretario didattico e da due rappresentanti degli/della studenti/esse. Essa si riunisce periodicamente (di media una volta al mese) per discutere e deliberare in merito a tutte le questioni inerenti alla didattica del Corso di Laurea

La presenza dei rappresentanti degli/delle studenti/esse nella Commissione Didattica consente di avere un riscontro immediato delle azioni che si intraprendono e di usufruire della loro collaborazione per mettere in luce eventuali punti deboli. Osservazioni, proposte e reclami da parte degli/delle studentesse sono sottoposti all'attenzione della Commissione Didattica, che ne valuta la pertinenza e adotta le azioni conseguenti. La Commissione Didattica prende altresì in considerazione i suggerimenti provenienti da altri docenti. Gli argomenti oggetto di discussione e le conclusioni a cui perviene la Commissione Didattica sono registrati puntualmente nei verbali che sono redatti al termine di ogni seduta e approvati nella seduta successiva.

### **Art. 13. Servizi didattici propedeutici o integrativi**

Il Dipartimento attiva per il corso di Laurea in Matematica:

- un corso di preparazione alla prova di verifica delle conoscenze in ingresso (TSI–Tutorato Speciale Introduttivo) sia in modalità e-learning, disponibile già dalla fase di pubblicazione del bando di ammissione, sia attraverso lo svolgimento di lezioni frontali nel mese di settembre, prima della prova di valutazione della sessione di settembre e di ottobre;
- un corso di raccordo per il recupero degli Obblighi Formativi Aggiuntivi (OFA) sia in modalità e-learning, sia attraverso lezioni frontali;
- un corso di introduzione alle interazioni fondamentali esistenti tra la matematica e la fisica con cenni al calcolo integro-differenziale (AM110-0), che si svolge all’inizio del I semestre ed è propedeutico all’insegnamento AM110 - Analisi Matematica 1 .

Inoltre, il Dipartimento attribuisce, a supporto della didattica di studenti/esse, assegni per le attività di tutorato, didattico-integrative, propedeutiche e di recupero svolti da studenti/esse magistrali e da dottorandi/e.

#### **Art. 14. Altre fonti normative**

Per quanto non espressamente qui disciplinato si rinvia al [Regolamento Didattico d’Ateneo](#) e al [Regolamento Carriera](#).

#### **Art. 15. Validità**

Le disposizioni del presente Regolamento si applicano a decorrere dall’anno accademico 2020/2021 e rimangono in vigore per l’intero ciclo formativo (e per la relativa coorte studentesca) avviato a partire dal suddetto anno accademico. Si applicano inoltre ai successivi anni accademici e relativi cicli formativi (e coorti) fino all’entrata in vigore di eventuali modifiche regolamentari.

In caso di modifiche degli Artt. 7 e/o 8 e previa approvazione della Commissione Didattica, gli/le studenti/esse potranno optare di seguire un percorso formativo che rispetti i vincoli previsti dal nuovo Regolamento Didattico.

Gli allegati 1 e 2 richiamati nel presente Regolamento possono essere modificati da parte della struttura didattica competente, nell’ambito del processo annuale di programmazione didattica. Le modifiche agli allegati 1 e 2 non sono considerate modifiche regolamentari. I contenuti dei suddetti allegati sono in larga parte resi pubblici anche mediante il sito [www.university.it](http://www.university.it).

### **Allegato 1**

Elenco delle attività formative previste per il corso di studio.

### **Allegato 2**

Elenco delle attività formative erogate per il presente anno accademico.

## DIDATTICA PROGRAMMATA 2020/2021

### Matematica (L-35)

Dipartimento: MATEMATICA E FISICA

Codice CdS: 104615

Codice SUA: 1561781

Area disciplinare: ScientificoTecnologica

Curricula previsti:

- Teorico-didattico
- Modellistico-applicativo

#### CURRICULUM: Teorico-didattico

#### Primo anno

##### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20410386 - AL110-ALGEBRA 1</b> <i>TAF A - Formazione Matematica di base</i>	MAT/02	9	90	ITA
<b>20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1</b> <i>TAF A - Formazione Matematica di base</i>	MAT/05	9	90	ITA
<b>20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI</b> <i>TAF A - Formazione informatica</i>	INF/01	9	90	ITA
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 1 idoneità di lingua (3 cfu)</b>				

##### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2</b> <i>TAF A - Formazione Matematica di base</i>	MAT/05	9	90	ITA
<b>20410406 - FS110 - FISICA 1</b> <i>TAF A - Formazione Fisica</i>	FIS/01	9	90	ITA
<b>20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1</b> <i>TAF A - Formazione Matematica di base</i>	MAT/03	9	90	ITA

#### Secondo anno

##### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20402075 - AL210 - ALGEBRA 2</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/02	9	78	ITA
<b>20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/05	9	78	ITA
<b>20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/03	9	78	ITA

##### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20410586 - AM220-ANALISI MATEMATICA 4</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/05	9	78	ITA
<b>20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/06	9	78	ITA
<b>20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/07	9	78	ITA
<b>20410341 - GE220 - TOPOLOGIA</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/03	9	78	ITA

## Terzo anno

### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM TEORICO: SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI (18 cfu) NEL GRUPPO 2</b>				
<b>20402082 - FS220 - FISICA 2</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/01	9	78	ITA
<b>20402131 - INGLESE SCIENTIFICO</b> <i>TAF F - Ulteriori conoscenze linguistiche</i>		1	0	ITA
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (9 cfu) oppure 2 INSEGNAMENTI (6 cfu+ 3 cfu) NEL GRUPPO 1</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI A SCELTA AMPIA (12 cfu)</b>				

### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM TEORICO: SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI (18 cfu) NEL GRUPPO 2</b>				
<b>20402131 - INGLESE SCIENTIFICO</b> <i>TAF F - Ulteriori conoscenze linguistiche</i>		1	0	ITA
<b>20410466 - PROVA FINALE</b> <i>TAF E - Per la prova finale</i>		11	275	ITA
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (9 cfu) oppure 2 INSEGNAMENTI (6 cfu+ 3 cfu) NEL GRUPPO 1</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI A SCELTA AMPIA (12 cfu)</b>				

## CURRICULUM: Modellistico-applicativo

### Primo anno

#### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20410386 - AL110-ALGEBRA 1</b> <i>TAF A - Formazione Matematica di base</i>	MAT/02	9	90	ITA
<b>20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1</b> <i>TAF A - Formazione Matematica di base</i>	MAT/05	9	90	ITA
<b>20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI</b> <i>TAF A - Formazione informatica</i>	INF/01	9	90	ITA
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 1 idoneità di lingua (3 cfu)</b>				

#### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2</b> <i>TAF A - Formazione Matematica di base</i>	MAT/05	9	90	ITA
<b>20410406 - FS110 - FISICA 1</b> <i>TAF A - Formazione Fisica</i>	FIS/01	9	90	ITA
<b>20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1</b> <i>TAF A - Formazione Matematica di base</i>	MAT/03	9	90	ITA

### Secondo anno

#### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20402075 - AL210 - ALGEBRA 2</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/02	9	78	ITA
<b>20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/05	9	78	ITA
<b>20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/03	9	78	ITA

#### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20410586 - AM220-ANALISI MATEMATICA 4</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/05	9	78	ITA
<b>20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/06	9	78	ITA
<b>20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/07	9	78	ITA
<b>20410341 - GE220 - TOPOLOGIA</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/03	9	78	ITA

### Terzo anno

#### Primo semestre

<b>Denominazione</b> <i>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)</i>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>	<b>Lingua</b>
<b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO - APPLICATIVO: SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (6 cfu) NEL Gruppo 3</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO - APPLICATIVO: SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (9 cfu) NEL GRUPPO 2</b>				
<b>20402082 - FS220 - FISICA 2</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/01	9	78	ITA
<b>20402131 - INGLESE SCIENTIFICO</b> <i>TAF F - Ulteriori conoscenze linguistiche</i>		1	0	ITA
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (9 cfu) oppure 2 INSEGNAMENTI (6 cfu+ 3 cfu) NEL GRUPPO 1</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI A SCELTA AMPIA (12 cfu)</b>				

## **Secondo semestre**

<b>Denominazione</b> <i>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)</i>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>	<b>Lingua</b>
<b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO - APPLICATIVO: SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (6 cfu) NEL Gruppo 3</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO - APPLICATIVO: SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (9 cfu) NEL GRUPPO 2</b>				
<b>20402131 - INGLESE SCIENTIFICO</b> <i>TAF F - Ulteriori conoscenze linguistiche</i>		1	0	ITA
<b>20410466 - PROVA FINALE</b> <i>TAF E - Per la prova finale</i>		11	275	ITA
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (9 cfu) oppure 2 INSEGNAMENTI (6 cfu+ 3 cfu) NEL GRUPPO 1</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI A SCELTA AMPIA (12 cfu)</b>				

## GRUPPI OPZIONALI

### GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (9 cfu) oppure 2 INSEGNAMENTI (6 cfu+ 3 cfu) NEL GRUPPO 1

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20410561 - FS230 - ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/02	3	24	ITA
<b>20410562 - FS240 - PRINCIPI DI MATERIA CONDENSATA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/03	3	30	ITA
<b>20410563 - FS250 - PRINCIPI DI FISICA TERRESTRE E DELL'AMBIENTE</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/06	1.5	12	ITA
<b>20410564 - FS260 - ELEMENTI DI FILOSOFIA DELLA SCIENZA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	M-FIL/02	3	24	ITA
<b>20410591 - FS290 - L'AGENDA 2030 DELLE NAZIONI UNITE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE: LE IMPLICAZIONI PER LE SCIENZE MATEMATICHE E FISICHE</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/06	3	30	ITA
<b>20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/08	6	60	ITA
<b>20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/02	6	60	ITA
<b>20410437 - FS430- TEORIA DELLA RELATIVITÀ</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/02	6	48	ITA
<b>20410435 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/04	6	60	ITA
<b>20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/02	6	60	ITA
<b>20410461 - FS460 - DIDATTICA DELLA FISICA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/08	6	48	ITA
<b>20410566 - FS470 - PRINCIPI DI ASTROFISICA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/05	6	60	ITA
<b>20410569 - FS480 - RETI NEURALI</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/02	6	48	ITA
<b>20410570 - FS490 - EDUCATIONAL &amp; OUTREACH - COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	FIS/08	6	48	ITA
<b>20410587 - IN400 - MODULO A- PROGRAMMAZIONE IN PYTHON</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	INF/01	3	30	ITA
<b>20410588 - IN400 - MODULO B- PROGRAMMAZIONE IN MATLAB</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	INF/01	3	30	ITA
<b>20410442 - IN420 - TEORIA DELL'INFORMAZIONE</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	INF/01	9	72	ITA
<b>20410423 - IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	INF/01	9	72	ITA
<b>20410426 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	INF/01	9	72	ITA
<b>20410427 - IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	INF/01	9	72	ITA
<b>20410592 - LM400 - INTRODUZIONE ALLA LOGICA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	M-FIL/02	6	60	ITA

### GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM TEORICO: SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI (18 cfu) NEL GRUPPO 2

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20410593 - AC310-ANALISI COMPLESSA</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/05	9	72	ITA
<b>20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE</b>	MAT/02	9	72	ITA

**GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM TEORICO: SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI (18 cfu) NEL GRUPPO 2**

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
TAF B - Formazione Teorica				
<b>20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA</b> TAF B - Formazione Teorica	MAT/02	9	72	ITA
<b>20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE</b> TAF B - Formazione Teorica	MAT/05	9	72	ITA
<b>20410415 - CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA</b> TAF B - Formazione Teorica	MAT/02	9	72	ITA
<b>20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE</b> TAF B - Formazione Teorica	MAT/03	9	72	ITA
<b>20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1</b> TAF B - Formazione Teorica	MAT/03	9	72	ITA
<b>20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ</b> TAF B - Formazione Teorica	MAT/01	9	72	ITA
<b>20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1</b>				
MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A TAF B - Formazione Teorica	MAT/01	6	48	ITA
MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B TAF B - Formazione Teorica	MAT/01	3	24	ITA
<b>20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI</b> TAF B - Formazione Teorica	MAT/04	9	72	ITA
<b>20410453 - TN410 - INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI NUMERI</b> TAF B - Formazione Teorica	MAT/02	9	72	ITA

**GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI A SCELTA AMPIA (12 cfu)**

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20410520 - AL420 - TEORIA ALGEBRICA DEI NUMERI</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/02	6	60	ITA
<b>20410565 - AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/05	6	60	ITA
<b>20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/05	6	60	ITA
<b>20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/05	6	60	ITA
<b>20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/05	6	60	ITA
<b>20410421 - AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/08	6	60	ITA
<b>20410446 - BL410-INTRODUZIONE ALLA BIOLOGIA</b> TAF D - A scelta dello studente	BIO/13	6	48	ITA
<b>20410439 - CH410- ELEMENTI DI CHIMICA</b> TAF D - A scelta dello studente	CHIM/03	6	52	ITA
<b>20410441 - CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/06	6	60	ITA
<b>20410457 - CP430 - CALCOLO STOCASTICO</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/06	6	60	ITA
<b>20410556 - CP450 - METODI PROBABILISTICI E ALGORITMI ALEATORI</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/06	6	60	ITA
<b>20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA</b>				
MODULO - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A TAF D - A scelta dello studente	MAT/07	3	30	ITA
MODULO - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B TAF D - A scelta dello studente	MAT/07	3	30	ITA
<b>20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA</b>	FIS/08	6	60	ITA



**GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 2 INSEGNAMENTI A SCELTA AMPIA (12 cfu)**

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
TAF D - A scelta dello studente				
<b>20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA</b> TAF D - A scelta dello studente	FIS/02	6	60	ITA
<b>20410437 - FS430- TEORIA DELLA RELATIVITÀ</b> TAF D - A scelta dello studente	FIS/02	6	48	ITA
<b>20410435 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI</b> TAF D - A scelta dello studente	FIS/04	6	60	ITA
<b>20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA</b> TAF D - A scelta dello studente	FIS/02	6	60	ITA
<b>20410461 - FS460 - DIDATTICA DELLA FISICA</b> TAF D - A scelta dello studente	FIS/08	6	48	ITA
<b>20410566 - FS470 - PRINCIPI DI ASTROFISICA</b> TAF D - A scelta dello studente	FIS/05	6	60	ITA
<b>20410569 - FS480 - RETI NEURALI</b> TAF D - A scelta dello studente	FIS/02	6	48	ITA
<b>20410570 - FS490 - EDUCATIONAL &amp; OUTREACH - COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA</b> TAF D - A scelta dello studente	FIS/08	6	48	ITA
<b>20410444 - GE430 - GEOMETRIA RIEMANNIANA</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/03	6	60	ITA
<b>20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/03	6	60	ITA
<b>20410425 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/03	6	60	ITA
<b>20410567 - GE470-SUPERFICI DI RIEMANN</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/03	6	60	ITA
<b>20410450 - GL410-ELEMENTI DI GEOLOGIA I</b> TAF D - A scelta dello studente	GEO/03	6	48	ITA
<b>20410454 - GL420-ELEMENTI DI GEOLOGIA II</b> TAF D - A scelta dello studente	GEO/03	6	48	ITA
<b>20410422 - IN430 - TECNICHE INFORMATICHE AVANZATE</b> TAF D - A scelta dello studente	INF/01	6	60	ITA
<b>20410424 - IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA</b> TAF D - A scelta dello studente	INF/01	6	60	ITA
<b>20410568 - IN470 - METODI COMPUTAZIONALI PER LA BIOLOGIA</b> TAF D - A scelta dello studente	INF/01	6	60	ITA
<b>20410592 - LM400 - INTRODUZIONE ALLA LOGICA</b> TAF D - A scelta dello studente	M-FIL/02	6	60	ITA
<b>20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/01	6	36	ITA
<b>20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/01	6	36	ITA
<b>20410523 - MA430 - METODI MATEMATICI PER LE SCIENZE APPLICATE</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/05	6	60	ITA
<b>20410456 - MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/04	6	60	ITA
<b>20410459 - MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/04	6	60	ITA
<b>20410452 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/04	6	60	ITA
<b>20410438 - MF410 - FINANZA COMPUTAZIONALE</b> TAF D - A scelta dello studente	SECS-S/06	9	60	ITA
<b>20410555 - ST410-STATISTICA</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/06	6	60	ITA

<b>GRUPPO OPZIONALE SCEGLIERE 1 idoneità di lingua (3 cfu)</b>				
<b>Denominazione</b> <i>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)</i>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>	<b>Lingua</b>
<b>20202022 - IDONEITA LINGUA - FRANCESE</b> <i>TAF E - Per la conoscenza di almeno una lingua straniera</i>		3	75	ITA
<b>20202021 - IDONEITA LINGUA - INGLESE</b> <i>TAF E - Per la conoscenza di almeno una lingua straniera</i>		3	75	ITA
<b>20202023 - IDONEITA LINGUA - SPAGNOLO</b> <i>TAF E - Per la conoscenza di almeno una lingua straniera</i>		3	75	ITA
<b>20202024 - IDONEITA LINGUA - TEDESCO</b> <i>TAF E - Per la conoscenza di almeno una lingua straniera</i>		3	75	ITA

<b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO - APPLICATIVO: SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (6 cfu) NEL Gruppo 3</b>				
<b>Denominazione</b> <i>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)</i>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>	<b>Lingua</b>
<b>20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/08	9	72	ITA
<b>20410420 - AN420 - ANALISI NUMERICA 2</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/08	9	72	ITA
<b>20410414 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/06	9	72	ITA
<b>20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/07	9	72	ITA
<b>20410418 - MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/08	9	72	ITA
<b>20410419 - MS410-MECCANICA STATISTICA</b> <i>TAF B - Formazione Modellistico-Applicativa</i>	MAT/07	9	72	ITA

<b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO - APPLICATIVO: SCEGLIERE 1 INSEGNAMENTO (9 cfu) NEL GRUPPO 2</b>				
<b>Denominazione</b> <i>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)</i>	<b>SSD</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>	<b>Lingua</b>
<b>20410593 - AC310-ANALISI COMPLESSA</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/05	9	72	ITA
<b>20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/02	9	72	ITA
<b>20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/02	9	72	ITA
<b>20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/05	9	72	ITA
<b>20410415 - CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/02	9	72	ITA
<b>20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/03	9	72	ITA
<b>20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/03	9	72	ITA
<b>20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/01	9	72	ITA
<b>20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1</b>				
MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/01	6	48	ITA
MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/01	3	24	ITA
<b>20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/04	9	72	ITA
<b>20410453 - TN410 - INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI NUMERI</b> <i>TAF B - Formazione Teorica</i>	MAT/02	9	72	ITA

## TIPOLOGIE ATTIVITA' FORMATIVE (TAF)

Sigla	Descrizione
A	Base
B	Caratterizzanti
C	Attività formative affini o integrative
D	A scelta studente
E	Prova Finale o Per la conoscenza di almeno una lingua straniera
F	Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)
R	Attività formative in ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare
S	Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali

## OBIETTIVI FORMATIVI

### 20410407 - AC310-ANALISI COMPLESSA

#### Italiano

Acquisire una ampia conoscenza delle funzioni olomorfe e meromorfe di una variabile complessa e delle loro principali proprietà. Acquisire una buona manualità nell'integrazione complessa e nel calcolo di integrali definiti reali.

#### Inglese

To acquire a broad knowledge of holomorphic and meromorphic functions of one complex variable and of their main properties. To acquire good dexterity in complex integration and in the calculation of real definite integrals.

### 20410593 - AC310-ANALISI COMPLESSA

#### Italiano

Acquisire una ampia conoscenza delle funzioni olomorfe e meromorfe di una variabile complessa e delle loro principali proprietà. Acquisire una buona manualità nell'integrazione complessa e nel calcolo di integrali definiti reali.

#### Inglese

To acquire a broad knowledge of holomorphic and meromorphic functions of one complex variable and of their main properties. To acquire good dexterity in complex integration and in the calculation of real definite integrals.

### 20410386 - AL110-ALGEBRA 1

#### Italiano

Fornire gli elementi del "linguaggio matematico" (teoria degli insiemi, logica elementare, insiemi numerici) e far acquisire la conoscenza degli strumenti di base dell'algebra moderna (nozioni di operazione, gruppo, anello, campo) attraverso lo sviluppo di esempi che ne forniscano le motivazioni.

#### Inglese

Provide the elements of the "mathematical language" (set theory, elementary logic, numerical sets) and the knowledge of the basic tools of modern algebra (notions of operation, group, ring, field) through the development of examples that provide the motivations.

### 20402075 - AL210 - ALGEBRA 2

#### Italiano

Introdurre lo studente ai concetti e alle tecniche dell'algebra astratta attraverso lo studio delle prime proprietà delle strutture algebriche fondamentali: gruppi, anelli e campi.

#### Inglese

Introduce the basic notions and techniques of abstract algebra through the study of the first properties of fundamental algebraic structures: groups, rings and fields.

### 20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE

#### Italiano

Acquisire una buona conoscenza dei concetti e metodi della teoria delle equazioni polinomiali di una variabile. Saper applicare le tecniche ed i metodi dell'algebra astratta. Capire e saper applicare il Teorema Fondamentale della corrispondenza di Galois per studiare la "complessità" di un polinomio.

#### Inglese

Acquire a good knowledge of the concepts and methods of the theory of polynomial equations in one variable. Learn how to apply the techniques and methods of abstract algebra. Understand and apply the fundamental theorem of Galois correspondence to study the "complexity" of a polynomial.

### 20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA

#### Italiano

Acquisire una buona conoscenza di alcuni metodi e risultati fondamentali nello studio degli anelli commutativi e dei loro moduli, con particolare riguardo allo studio di classi di anelli di interesse per la teoria algebrica dei numeri e per la

geometria algebrica.

### **Inglese**

Acquire a good knowledge of some methods and fundamental results in the study of the commutative rings and their modules, with particular reference to the study of ring classes of interest for the algebraic theory of numbers and for algebraic geometry.

#### **20410520 - AL420 - TEORIA ALGEBRICA DEI NUMERI**

### **Italiano**

Acquisire metodi e tecniche della moderna teoria algebrica dei numeri attraverso problematiche classiche iniziate da Fermat, Eulero, Lagrange, Dedekind, Gauss, Kronecker.

### **Inglese**

Acquire methods and techniques of modern algebraic theory of numbers through classic problems initiated by Fermat, Euler, Lagrange, Dedekind, Gauss, Kronecker.

#### **20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1**

### **Italiano**

Acquisire buona conoscenza sui concetti ed i metodi di base dell'Analisi Matematica con particolare riguardo alla struttura dei numeri reali, alla teoria dei limiti, allo studio delle funzioni ed alle prime applicazioni e modelli.

### **Inglese**

To acquire a good knowledge of the basic concepts and methods of Mathematical Analysis with particular regard to the structure of real numbers, to the theory of limits, to the study of functions and to the first applications and models.

#### **20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2**

### **Italiano**

Completare la preparazione di base di Analisi Matematica con particolare riguardo alla teoria della derivazione, dell'integrazione e gli sviluppi in serie.

### **Inglese**

To complete the basic preparation of Mathematical Analysis with particular regard to derivation and integration theory, and to series developments.

#### **20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3**

### **Italiano**

Acquisire una buona conoscenza di alcuni metodi e risultati fondamentali nello studio delle funzioni di più variabili e delle equazioni differenziali.

### **Inglese**

To acquire a good knowledge of some fundamental methods and results in the study of functions of several variables and of differential equations.

#### **20410586 - AM220-ANALISI MATEMATICA 4**

### **Italiano**

Acquisire una buona conoscenza dei concetti e metodi relativi alla teoria della integrazione classica in più variabili e su varietà.

### **Inglese**

To acquire a good knowledge of the concepts and methods related to the theory of classical integration in more variables and on varieties.

#### **20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE**

### **Italiano**

Acquisire una buona conoscenza della teoria della integrazione astratta. Introduzione all'analisi funzionale: spazi di Banach e di Hilbert.

### Inglese

To acquire a good knowledge of the theory of abstract integration. Introduction to functional analysis: Banach and Hilbert spaces.

#### 20410565 - AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO

### Italiano

Acquisire una buona conoscenza dei metodi generali e delle tecniche classiche necessarie allo studio delle equazioni alle derivate parziali di tipo ellittico

### Inglese

To acquire a good knowledge of the general methods and classical techniques necessary for the study of elliptic partial differential equations

#### 20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI

### Italiano

Acquisire una buona conoscenza dei metodi generali e delle tecniche necessarie allo studio delle soluzioni deboli di equazioni alle derivate parziali.

### Inglese

To acquire a good knowledge of the general methods and classical techniques necessary for the study of weak solutions of partial differential equations.

#### 20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE

### Italiano

Acquisire una buona conoscenza dei metodi generali e delle tecniche necessarie allo studio delle equazioni differenziali ordinarie e alle loro proprietà qualitative.

### Inglese

To acquire a good knowledge of the general methods and classical techniques necessary for the study of ordinary differential equations and their qualitative properties.

#### 20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE

### Italiano

Acquisire una buona conoscenza dell'analisi funzionale: spazi di Banach e di Hilbert, topologie deboli, operatori lineari e continui, operatori compatti, teoria spettrale.

### Inglese

To acquire a good knowledge of functional analysis: Banach and Hilbert spaces, weak topologies, linear and continuous operators, compact operators, spectral theory.

#### 20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1

### Italiano

L'insegnamento intende dare gli elementi fondamentali (inclusa l'implementazione in un linguaggio di programmazione) delle tecniche di approssimazione numerica di base, in particolare quelle legate alla soluzione di sistemi lineari e di equazioni scalari non lineari, all'interpolazione e all'integrazione approssimata.

### Inglese

Provide the basic elements (including implementation in a programming language) of elementary numerical approximation techniques, in particular those related to solution of linear systems and nonlinear scalar equations, interpolation and approximate integration.

#### 20410420 - AN420 - ANALISI NUMERICA 2

### Italiano

L'insegnamento è rivolto allo studio e all'implementazione di tecniche di approssimazione numerica più avanzate, in particolare relative alla soluzione approssimata di equazioni differenziali ordinarie, e a un ulteriore argomento avanzato da individuare tra l'ottimizzazione e i fondamenti dell'approssimazione di equazioni alle derivate parziali.

### Inglese

Introduce to the study and implementation of more advanced numerical approximation techniques, in particular related to approximate solution of ordinary differential equations, and to a further advanced topic to be chosen between the optimization and the fundamentals of approximation of partial differential equations.

#### 20410421 - AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI

### Italiano

Introdurre al metodo degli elementi finiti per la soluzione numerica delle equazioni alle derivate parziali; in particolare: fluidodinamica computazionale, problemi di trasporto; meccanica dei solidi computazionale.

### Inglese

Introduce to the finite element method for the numerical solution of partial differential equations, in particular: computational fluid dynamics, transport problems; computational solid mechanics.

#### 20410446 - BL410-INTRODUZIONE ALLA BIOLOGIA

### Italiano

Introdurre i metodi (esecuzione, validazione) della ricerca biologica, intesa come studio sistematico, controllato, empirico e critico della fenomenologia naturale, che si sviluppa a partire dalla formulazione di un'ipotesi fino alla costruzione della spiegazione; impostare le competenze di base relative all'elaborazione di risultati sperimentali e alla comunicazione in forma scritta; orientare gli studenti mediante illustrazione degli interessi scientifici dei diversi gruppi di ricerca che operano nel Dipartimento di Scienze

### Inglese

Introduction to the methods of biological research, intended as a systematic, controlled, empirical and critical study of natural phenomenology, which is developed from the formulation of an hypothesis until the construction of the explanation. Setting the basic skills relative to the processing of experimental results and the communication in the written form. Also, a lessons cycle will be dedicated to the most profitable study methods

#### 20410439 - CH410- ELEMENTI DI CHIMICA

### Italiano

Conoscere i principi fondamentali della chimica generale e saper applicare le conoscenze acquisite alla soluzione di semplici problemi di chimica.

### Inglese

Knowing the basic principles of general chemistry and being able to apply the acquired knowledge to the solution of simple problems of chemistry.

#### 20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ

### Italiano

Acquisire una buona conoscenza degli aspetti principali della probabilità discreta: spazi di probabilità discreti, prove ripetute, variabili aleatorie, distribuzioni di probabilità, alcuni teoremi limite e i risultati più semplici per catene di Markov finite.

### Inglese

Elementary probability theory: discrete distributions, repeated trials, continuous random variables. Some basic limit theorems and introduction to Markov chains.

#### 20410414 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ

### Italiano

Acquisire una solida preparazione negli aspetti principali della teoria delle probabilità: costruzione di misure di probabilità su spazi misurabili, legge 0/1, indipendenza, aspettative condizionate, variabili casuali, funzioni caratteristiche, teorema del limite centrale, processi di ramificazione e alcuni risultati fondamentali nella teoria delle martingale a tempo discreto.

## Inglese

Foundations of modern probability theory: measure theory, 0/1 laws, independence, conditional expectation with respect to sub sigma algebras, characteristic functions, the central limit theorem, branching processes, discrete parameter martingale theory.

### 20410441 - CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI

## Italiano

Acquisire una solida preparazione di base negli aspetti principali della teoria dei processi stocastici con particolare riguardo ai processi di Markov e alle loro applicazioni (metodo Monte Carlo e simulated annealing), della teoria delle passeggiate aleatorie e dei modelli più semplici di sistemi di particelle interagenti.

## Inglese

Introduction to the theory of stochastic processes. Markov chains: ergodic theory, coupling, mixing times, with applications to random walks, card shuffling, and the Monte Carlo method. The Poisson process, continuous time Markov chains, convergence to equilibrium for some simple interacting particle systems.

### 20410457 - CP430 - CALCOLO STOCASTICO

## Italiano

Fornire una solida preparazione di base negli aspetti principali della teoria dei processi gaussiani, del moto browniano, della teoria dell'integrazione stocastica anche con elementi della teoria delle equazioni differenziali stocastiche.

## Inglese

Elements of stochastic analysis: Gaussian processes, Brownian motion, probabilistic representation for the solution to partial differential equations, stochastic integration and stochastic differential equations.

### 20410556 - CP450 - METODI PROBABILISTICI E ALGORITMI ALEATORI

## Italiano

Acquisire una conoscenza di base dei principali metodi probabilistici e delle loro applicazioni alle scienze computazionali: algoritmi aleatori, grafi aleatori e random networks, processi stocastici su grafi, processi di ramificazioni e di propagazione delle infezioni.

## Inglese

Get to know the main probabilistic methods and their application to computer science: random algorithms, random graphs and networks, stochastic processes on graphs, branching processes and spread of infection.

### 20410415 - CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA

## Italiano

Acquisire una conoscenza di base dei concetti e metodi relativi alla teoria della crittografia a chiave pubblica, fornendo una panoramica di quelli che sono i modelli attualmente più utilizzati in questo settore.

## Inglese

Acquire a basic understanding of the notions and methods of public-key encryption theory, providing an overview of the models which are most widely used in this field.

### 20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA

## Italiano

Acquisire una buona conoscenza di base della teoria dei sistemi meccanici conservativi e dei primi elementi di meccanica analitica, in particolare di meccanica lagrangiana e hamiltoniana.

## Inglese

To acquire a basic knowledge of the theory of conservative mechanical systems and of the elements of analytical mechanics, in particular of Lagrangian and Hamiltonian mechanics.

### 20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA

## Italiano



Acquisire una buona conoscenza della teoria elementare delle equazioni differenziali alle derivate parziali e dei metodi basilari di risoluzione, con particolare riferimento alle equazioni che descrivono problemi della fisica matematica.

### Inglese

To acquire a good knowledge of the elementary theory of partial differential equations and of the basic methods of solution, with particular focus on the equations describing problems in mathematical physics.

#### 20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA

### Italiano

Approfondire lo studio dei sistemi dinamici con tecniche e metodi più avanzati nell'ambito del formalismo lagrangiano e hamiltoniano.

### Inglese

To deepen the study of dynamical systems, with more advanced methods, in the context of Lagrangian and Hamiltonian theory.

#### 20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA

( *FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A* )

### Italiano

Approfondire lo studio dei sistemi dinamici con tecniche e metodi più avanzati nell'ambito del formalismo lagrangiano e hamiltoniano.

### Inglese

To deepen the study of dynamical systems, with more advanced methods, in the context of Lagrangian and Hamiltonian theory.

#### 20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA

( *FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B* )

### Italiano

Approfondire lo studio dei sistemi dinamici con tecniche e metodi più avanzati nell'ambito del formalismo lagrangiano e hamiltoniano.

### Inglese

To deepen the study of dynamical systems, with more advanced methods, in the context of Lagrangian and Hamiltonian theory.

#### 20410406 - FS110 - FISICA 1

### Italiano

Fornire la conoscenza teorica di base per descrivere in termini matematici la meccanica e la termodinamica.

### Inglese

The course provides the fundamental theoretical knowledge in developing mathematical modeling for mechanics and thermodynamics.

#### 20402082 - FS220 - FISICA 2

### Italiano

Fornire la conoscenza teorica di base per descrivere in termini matematici l'elettromagnetismo classico, l'ottica classica e la relatività ristretta.

### Inglese

The course provides the fundamental theoretical knowledge in developing mathematical modeling for electromagnetism, optics and special relativity.

#### 20410561 - FS230 - ELEMENTI DI FISICA TEORICA CONTEMPORANEA

### Italiano

Introdurre a livello elementare i concetti e i principi della ricerca in fisica teorica contemporanea.

### Inglese

Introduce at an elementary level about the concepts and principles of research in contemporary theoretical physics.

#### **20410562 - FS240 - PRINCIPI DI MATERIA CONDENSATA**

### Italiano

Fornire allo studente un'introduzione ad alcuni fra gli argomenti importanti per la ricerca in fisica della materia condensata.

### Inglese

Provide the student with an introduction to some of the topics important for research in condensed matter physics.

#### **20410563 - FS250 - PRINCIPI DI FISICA TERRESTRE E DELL'AMBIENTE**

### Italiano

Acquisire competenze relative ai principi fisici di base propri dello studio del pianeta terra e delle dinamiche interattive fra geosfera, idrosfera, atmosfera e criosfera e della Fisica dell'Ambiente.

### Inglese

Acquire skills related to the basic physical principles of the study of the planet earth and the interactive dynamics between geosphere, hydrosphere, atmosphere and cryosphere and of the Physics of the Environment.

#### **20410564 - FS260 - ELEMENTI DI FILOSOFIA DELLA SCIENZA**

### Italiano

L'insegnamento di Filosofia della scienza rientra nell'ambito delle attività formative caratterizzanti del CdS in Filosofia. Il corso è un'introduzione ai temi e ai problemi centrali della filosofia della scienza. Tra questi studentesse e studenti dovranno acquisire i lineamenti fondamentali della metodologia di ricerca empirica attraverso lo studio della natura della spiegazione scientifica, delle leggi di natura, del rapporto tra ipotesi e evidenze osservative e della questione del realismo scientifico alla luce del mutare storico delle teorie. Queste tematiche generali verranno introdotte facendo riferimento diretto agli argomenti filosofici discussi nei testi di alcuni autori classici della filosofia della scienza del Novecento, cercando così di creare le competenze necessarie per valutare e formulare in modo rigoroso tesi filosofiche. Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite nella discussione e nell'argomentazione tanto in una prospettiva teorica quanto in una prospettiva storico-filosofica. Alla fine del corso lo studente avrà acquisito: -) capacità di analizzare e interpretare testi filosofici; -) proprietà di linguaggio e argomentative; -) capacità di contestualizzare le conoscenze apprese nel campo del dibattito filosofico.

### Inglese

The course of Philosophy of Science is part of the program in Philosophy and it is included among the characterizing training activities. The course is an introduction to the key problems of the philosophy of science. Among these, students will have to familiarize with issues concerning the nature of scientific explanation, of laws of nature, of the relationship between hypothesis and evidence, and of the cognitive content of scientific theories in light of radical scientific changes. These general topics will be introduced by a direct reading of some classics of 20th century philosophy of science, with the aim to develop the competences that are necessary to formulate and evaluate philosophical arguments. Students will be able to apply the knowledge acquired in the discussion and argument both from a theoretical and a historical-philosophical perspective. At the end of the course the student will acquire: -) Ability to analyze and interpret philosophical texts; -) Properties of language and argumentation; -) Ability to contextualize the acquired knowledge in the Philosophical debate.

#### **20410591 - FS290 - L'Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile: le implicazioni per le scienze matematiche e fisiche**

### Italiano

- Introduzione all'Agenda 2030 delle Nazioni unite per lo sviluppo sostenibile nella sua unitarietà e nella sua articolazione generale
- Analisi dei 17 SDG (Sustainable Development Goals)
- Discussione critica dell'impianto dell'Agenda e dei legami tra i suoi diversi obiettivi, sia in termini di sinergie che di possibili conflitti
- Approfondimenti su alcuni obiettivi dell'Agenda, in connessione agli interessi specifici e/o ai piani di studio dei singoli studenti

L'obiettivo principale del corso è quello di far acquisire allo studente consapevolezza sul documento dell'Agenda 2030, illustrandone la nascita, i principali SDGs (Sustainable Development Goals) e le connessioni presenti tra essi. Lo studente apprenderà, inoltre, quali sono le strategie che possono essere messe in atto e i modelli fisico-matematici che possono essere impiegati per il conseguimento degli SDGs all'interno dello sviluppo sostenibile.

## Inglese

• Introduction to the United Nations Sustainable Development Agenda 2030 as a whole and in its general structure • Analysis of the 17 SDGs (Sustainable Development Goals) • Critical discussion on the organization of the Agenda and the links between its various objectives, both in terms of synergies and of conflicts • Insights on some of the Agenda objectives, especially concerning the specific interests and/or study plans of the students The main objective of the course is to make the student aware of the 2030 Agenda document, illustrating its birth, the main SDGs (Sustainable Development Goals) and the connections between them. The student will also learn what are the strategies that can be implemented and the physical-mathematical models that can be used for the achievement of the SDGs within sustainable development.

### 20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA

## Italiano

Apprendere tecniche statistiche e di laboratorio per la preparazione di esperienze didattiche di laboratorio di fisica.

## Inglese

Learn statistical and laboratory techniques for the preparation of didactic physics experiments.

### 20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA

## Italiano

Fornire una conoscenza basilare della meccanica quantistica, discutendo le principali evidenze sperimentali e le conseguenti interpretazioni teoriche che hanno condotto alla crisi della fisica classica, e illustrandone i principi fondamentali: concetto di probabilità, dualismo onda-particella, principio di indeterminazione. Viene quindi descritta la dinamica quantistica, l'equazione di Schroedinger e la sua risoluzione per alcuni sistemi fisici rilevanti.

## Inglese

Provide a basic knowledge of quantum mechanics, discussing the main experimental evidence and the resulting theoretical interpretations that led to the crisis of classical physics, and illustrating its basic principles: notion of probability, wave-particle duality, indetermination principle. Quantum dynamics, the Schroedinger equation and its solution for some relevant physical systems are then described.

### 20410437 - FS430- TEORIA DELLA RELATIVITÀ

## Italiano

Rendere lo studente familiare con i presupposti concettuali della teoria della relatività generale, sia come teoria geometrica dello spazio-tempo sia sottolineando analogie e differenze con le teorie di campo basate su simmetrie locali che descrivono le interazioni tra particelle elementari. Illustrare gli elementi essenziali di geometria differenziale necessari a formalizzare i concetti proposti. Introdurre lo studente ad estensioni della teoria di interesse per la ricerca teorica attuale.

## Inglese

Make the student familiar with the theoretical underpinnings of General Relativity, both as a geometric theory of space-time and by stressing analogies and differences with the field theories based on local symmetries that describe the interactions among elementary particles. Illustrate the basic elements of differential geometry needed to correctly frame the various concepts. Introduce the student to extensions of the theory of interest for current research.

### 20410435 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI

## Italiano

Far acquisire allo studente le conoscenze di base su come è articolata la costruzione di un esperimento di fisica nucleare in funzione della raccolta dei dati dal rivelatore, del controllo delle apparecchiature e dell'esperimento, del monitoraggio del buon funzionamento argomenti dell'apparato e della qualità dei dati acquisiti.

## Inglese

The lectures and laboratories allow the student to learn the basic concepts pinpointing the data acquisition of a high energy physics experiment with specific regard to the data collection, control of the experiment and monitoring.

### 20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA

## Italiano

Acquisire la conoscenza dei principi fondamentali della meccanica statistica per sistemi classici e quantistici.

## Inglese

Gain knowledge of fundamental principles of statistical mechanics for classical and quantum systems.

### 20410461 - FS460 - DIDATTICA DELLA FISICA

## Italiano

Far acquisire allo studente le competenze necessarie per esercitare un insegnamento efficace della Fisica nella scuola secondaria superiore con particolare attenzione: a) alla conoscenza della letteratura di ricerca sulla didattica in fisica, al sistema educativo italiano e alla normativa scolastica; b) alla progettazione di percorsi didattici culturalmente significativi per l'insegnamento della fisica; c) alla produzione di materiali per la misura e la verifica degli apprendimenti attraverso l'esercizio della valutazione formativa; d) al ruolo del "laboratorio" da intendersi come una modalità di lavoro che coinvolge gli studenti in modo attivo e partecipato, che incoraggia alla sperimentazione e alla progettualità.

## Inglese

The objectives of the course are to enable the students to acquire the necessary skills to practice an affective teaching of Physics in the secondary school, with particular attention to: a) knowledge of literature research on Physics teaching; the Italian educational system and school regulations; b) the design of culturally significant educational paths for Physics teaching; c) the production of materials for the measurement and verification of learning through the exercise of formative evaluation; d) the role of the "laboratory" as a way of working that involves students in an active and participated way, which encourages experimentation and planning.

### 20410566 - FS470 - PRINCIPI DI ASTROFISICA

## Italiano

Fornire allo studente una prima visione di alcuni fra gli argomenti fondamentali dell'Astrofisica e della Cosmologia utilizzando le conoscenze matematiche e fisiche acquisite nel primo biennio.

## Inglese

Provide the student with a first view of some of the fundamental topics of Astrophysics and Cosmology using the mathematical and physical knowledge acquired in the first two years

### 20410569 - FS480 - RETI NEURALI

## Italiano

Conoscenza dei modelli principali di attività nervosa, dal singolo neurone a reti di neuroni, con particolare enfasi sul ruolo del rumore

## Inglese

Knowledge of the main models of nervous activity, from the single neuron to networks of neurons, with particular emphasis on the role of noise

### 20410570 - FS490 - EDUCATIONAL & OUTREACH - COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA

## Italiano

Fornire allo studente i concetti di base della comunicazione, come le tecniche per parlare in pubblico e per la preparazione di materiali di presentazione e di testi di comunicazione scientifica. Far acquisire competenze sulla progettazione e realizzazione di prodotti di comunicazione (immagini, audio, video) e sul Communication Plan (piano per organizzare la comunicazione di un evento o progetto scientifico).

## Inglese

To provide the student with the basic concepts of communication, such as techniques for public speaking and for the preparation of presentation materials and scientific communication texts. To acquire skills on the design and implementation of communication products (images, audio, video) and on the Communication Plan (plan to organize the communication of an event or scientific project).

### 20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1

## Italiano

Acquisire una buona conoscenza dei concetti e metodi dell'algebra lineare di base, con particolare riguardo allo studio dei sistemi lineari, matrici e determinanti, spazi vettoriali e applicazioni lineari, geometria affine.

## Inglese

Acquire a good knowledge of the concepts and methods of basic linear algebra, with particular attention given to the study of linear systems, matrices and determinants, vector spaces and linear applications, affine geometry.

#### **20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2**

##### **Italiano**

Acquisire una buona conoscenza della teoria delle forme bilineari e delle loro applicazioni geometriche. Una applicazione importante sarà lo studio della geometria euclidea, soprattutto nel piano e nello spazio, e la classificazione euclidea delle coniche e delle superfici quadriche.

##### **Inglese**

Acquire a good knowledge of the theory of bilinear forms and their geometric applications. An important application will be the study of Euclidean geometry, mainly in the plane and in the space, and the Euclidean classification of the conics and of the quadratic surfaces.

#### **20410341 - GE220 - TOPOLOGIA**

##### **Italiano**

Acquisire una buona conoscenza di concetti e metodi della topologia generale, con particolare riguardo allo studio delle proprietà principali degli spazi topologici quali connessione e compattezza. Introdurre lo studente ai primi elementi di topologia algebrica, attraverso l'introduzione del gruppo fondamentale e la classificazione topologica di curve e superfici.

##### **Inglese**

Acquire a good knowledge of concepts and methods of general topology, with particular regard to the study of the main properties of topological spaces such as connection and compactness. Introduce the student to the basic elements of algebraic topology, through the introduction of the fundamental group and the topological classification of curves and surfaces.

#### **20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE**

##### **Italiano**

Topologia: classificazione topologica di curve e superfici. Geometria differenziale: studio della geometria di curve e superfici in  $\mathbb{R}^3$  per fornire esempi concreti e facilmente calcolabili sul concetto di curvatura in geometria. I metodi usati pongono la geometria in relazione con il calcolo di più variabili, l'algebra lineare e la topologia, fornendo allo studente una visione ampia di alcuni aspetti della matematica.

##### **Inglese**

Topology: topological classification of curves and surfaces. Differential geometry: study of the geometry of curves and surfaces in  $\mathbb{R}^3$  to provide concrete and easily calculable examples on the concept of curvature in geometry. The methods used place the geometry in relation to calculus of several variables, linear algebra and topology, providing the student with a broad view of some aspects of mathematics.

#### **20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1**

##### **Italiano**

Introdurre allo studio di topologia e geometria definite attraverso strumenti algebrici. Raffinamento di conoscenze dell'algebra attraverso applicazioni allo studio delle varietà algebriche in spazi affini e proiettivi

##### **Inglese**

Introduce to the study of topology and geometry defined through algebraic tools. Refine the concepts in algebra through applications to the study of algebraic varieties in affine and projective spaces

#### **20410444 - GE430 - GEOMETRIA RIEMANNIANA**

##### **Italiano**

Introdurre allo studio della geometria riemanniana affrontando in particolare i teoremi di Gauss-Bonnet e Hopf-Rinow

##### **Inglese**

Introduce to the study of Riemannian geometry, in particular by addressing the theorems of Gauss-Bonnet and Hopf-Rinow

#### **20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA**

## Italiano

Fornire strumenti e metodi della topologia algebrica, tra cui la coomologia, l'omologia e l'omologia persistente. Comprendere le applicazioni di queste teorie all'analisi dei dati (Topological Data Analysis).

## Inglese

To explain ideas and methods of algebraic topology, among which co-homology, homology and persistent homology. To understand the application of these theories to data analysis (Topological Data Analysis)

### 20410425 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI

## Italiano

Fornire strumenti e metodi della teoria dei grafi.

## Inglese

Provide tools and methods for graph theory.

### 20410567 - GE470-SUPERFICI DI RIEMANN

## Italiano

Acquisire una conoscenza sufficientemente ampia degli aspetti topologici, analitici e geometrici della teoria delle superfici di Riemann.

## Inglese

Acquire a sufficiently broad knowledge of the topological, analytical and geometric aspects of the theory of Riemann surfaces.

### 20410450 - GL410-ELEMENTI DI GEOLOGIA I

## Italiano

Il corso si prefigge di fornire una visione complessiva del Pianeta Terra, introducendo le basi per la comprensione dei principali aspetti geologici che lo caratterizzano. Si affrontano le interazioni tra processi endogeni ed esogeni e di come questi processi influenzino le forme del paesaggio. Il corso si propone, inoltre, l'obiettivo di fornire gli strumenti per acquisire le conoscenze sul Sistema Solare e sui suoi pianeti, definendo il pianeta Terra come sistema integrato ed evidenziandone il suo ruolo all'interno del Sistema Solare. Durante le esercitazioni e le escursioni didattiche gli studenti saranno stimolati a comprendere i diversi aspetti del territorio italiano, con particolare riguardo al suo valore ambientale

## Inglese

The course aims to provide an overview of the planet Earth, introducing the basis for understanding the main geological aspects that characterize our planet. The course will also deal with the interactions between endogenous and exogenous processes in order to understand how these processes influence the shapes of the landscape. Moreover, the course aims to provide the tools to acquire knowledge about the Solar System and its planets, defining the planet Earth as an integrated system and highlighting its role within the Solar System. During the didactical laboratories and field excursions students will learn to understand the different aspects of Italian territory, with particular regard to its environmental value e fragility.

### 20410454 - GL420-ELEMENTI DI GEOLOGIA II

## Italiano

Attraverso una visione complessiva del Pianeta Terra, il corso si prefigge di fornire un'adeguata padronanza dei contenuti scientifici propri delle Scienze della Terra. Il corso affronta gli aspetti moderni delle Scienze della Terra, inquadrando i fenomeni geologici nel quadro delle più moderne teorie e illustrando la pericolosità e i rischi associati a fenomeni naturali quali, per esempio, i fenomeni sismici e vulcanici, anche con riferimento alla geologia del territorio italiano. Il corso, inoltre, si propone di fornire le basi per la comprensione del ciclo delle rocce, dei loro processi genetici e degli ambienti di formazione attraverso esperienze di laboratorio e di terreno. Durante le esercitazioni e le escursioni didattiche gli studenti saranno stimolati a comprendere i diversi aspetti del territorio italiano, con particolare riguardo al suo valore ambientale.

## Inglese

The course aims to provide an adequate overview of the scientific contents of Earth Sciences. The course deals with the modern aspects of Earth Sciences, framing geological phenomena in the framework of the most modern theories and illustrating the hazards and risks associated with natural phenomena such as, for example, seismic and volcanic

phenomena, also referring to the geology of the Italian territory. The course also aims to provide the basis for understanding the rocks cycle and their rocks genetic processes through laboratory and field experiences. During the didactical laboratories and field excursions students will learn to understand the different aspects of Italian territory, with particular regard to its environmental value e fragility.

#### **20202022 - IDONEITA LINGUA - FRANCESE**

##### **Italiano**

Mostrare di saper usare una lingua straniera (inglese, francese, tedesco o spagnolo)

##### **Inglese**

Demonstrate to be able to use a foreign language (Englis, French, German or Spanish)

#### **20202021 - IDONEITA LINGUA - INGLESE**

##### **Italiano**

Mostrare di saper usare una lingua straniera (inglese, francese, tedesco o spagnolo)

##### **Inglese**

Demonstrate to be able to use a foreign language (Englis, French, German or Spanish)

#### **20202023 - IDONEITA LINGUA - SPAGNOLO**

##### **Italiano**

Mostrare di saper usare una lingua straniera (inglese, francese, tedesco o spagnolo)

##### **Inglese**

Demonstrate to be able to use a foreign language (Englis, French, German or Spanish)

#### **20202024 - IDONEITA LINGUA - TEDESCO**

##### **Italiano**

Mostrare di saper usare una lingua straniera (inglese, francese, tedesco o spagnolo)

##### **Inglese**

Demonstrate to be able to use a foreign language (Englis, French, German or Spanish)

#### **20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI**

##### **Italiano**

Acquisire una buona conoscenza nella progettazione di algoritmi per la risoluzione di problemi e nella codifica di algoritmi con un linguaggio di programmazione (linguaggio C). Introdurre lo studente ad alcuni dei concetti fondamentali della matematica discreta (cenni sulla teoria dei grafi) ed in particolare ai primi elementi di ottimizzazione discreta (algoritmi di ottimizzazione su grafi, visita di grafi, cammini minimi, alberi ricoprenti).

##### **Inglese**

Provide a good knowledge in the design of algorithms for the solution of problems and in algorithm coding with a programming language (C language). Introduce the student to some of the fundamental concepts of discrete mathematics (with brief overview on graph theory) and in particular to the basic elements of discrete optimization (optimization algorithms on graphs, visit of graph, shortest paths, spanning trees).

#### **20410587 - IN400 - MODULO A- PROGRAMMAZIONE IN PYTHON**

##### **Italiano**

Acquisire competenze per l'implementazione al calcolatore di programmi ad alto livello nel linguaggio interpretato Python. Conoscere i costrutti fondamentali di Python e la sua applicazione a casi d'uso legati al calcolo scientifico e all'elaborazione dei dati.

##### **Inglese**

Acquire the ability to implement high-level programs in the interpreted language Python. Understand the main

constructs used in Python and its application to scientific computing and data processing scenarios.

#### **20410587 - IN400 - MODULO A- PROGRAMMAZIONE IN PYTHON E MATLAB**

##### **Italiano**

Acquisire competenze per l'implementazione al calcolatore di programmi ad alto livello nei linguaggi interpretati Python e MATLAB. Conoscere i costrutti fondamentali di Python e MATLAB e la loro applicazione a casi d'uso legati al calcolo scientifico e all'elaborazione dei dati.

##### **Inglese**

Acquire the ability to implement high-level programs in the interpreted languages Python and MATLAB. Understand the main constructs used in Python and MATLAB and their application to scientific computing and data processing scenarios.

#### **20410588 - IN400 - MODULO B- PROGRAMMAZIONE IN MATLAB**

##### **Italiano**

Acquisire competenze per l'implementazione al calcolatore di programmi ad alto livello nel linguaggio interpretato MATLAB. Conoscere i costrutti fondamentali di MATLAB e la sua applicazione a casi d'uso legati al calcolo scientifico e all'elaborazione dei dati.

##### **Inglese**

Acquire the ability to implement high-level programs in the interpreted language MATLAB. Understand the main constructs used in MATLAB and its application to scientific computing and data processing scenarios.

#### **20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ**

##### **Italiano**

Approfondire gli aspetti matematici del concetto di computazione, lo studio delle relazioni tra diversi modelli di calcolo e la complessità computazionale.

##### **Inglese**

Improve the understanding of the mathematical aspects of the notion of computation, and study the relationships between different computational models and the computational complexity.

#### **20410442 - IN420 - TEORIA DELL'INFORMAZIONE**

##### **Italiano**

Introdurre questioni fondamentali della teoria della trasmissione dei segnali e nella loro analisi quantitativa. Concetto di entropia e di mutua informazione. Mostrare la struttura algebrica sottostante. Applicare i concetti fondamentali alla teoria dei codici, alla compressione dei dati e alla crittografia

##### **Inglese**

Introduce key questions in the theory of signal transmission and quantitative analysis of signals, such as the notions of entropy and mutual information. Show the underlying algebraic structure. Apply the fundamental concepts to code theory, data compression and cryptography

#### **20410422 - IN430 - TECNICHE INFORMATICHE AVANZATE**

##### **Italiano**

Acquisire le capacità concettuali di strutturare un problema secondo il paradigma ad oggetti. Acquisire la capacità di produrre il disegno di soluzioni algoritmiche basate sul paradigma ad oggetti. Acquisire i concetti di base relativi a tecniche di programmazione basate sul paradigma ad oggetti. Introdurre i concetti fondamentali di programmazione parallela e concorrente.

##### **Inglese**

Acquire the conceptual skills in structuring problems according to the object-oriented programming paradigm. Acquire the ability to design algorithmic solutions based on the object-oriented paradigm. Acquire the basic concepts related to programming techniques based on the object-oriented paradigm. Introduce the fundamental notions of parallel and concurrent programming.

#### **20410423 - IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA**



## Italiano

Acquisire competenze sulle principali tecniche di risoluzione per problemi di ottimizzazione combinatoria; approfondire le competenze sulla teoria dei grafi; acquisire competenze tecniche avanzate per la progettazione, l'analisi e l'implementazione al calcolatore di algoritmi per la risoluzione di problemi di ottimizzazione su grafi, alberi e reti di flusso.

## Inglese

Acquire skills on key solution techniques for combinatorial optimization problems; improve the skills on graph theory; acquire advanced technical skills for designing, analyzing and implementing algorithms aimed to solve optimization problems on graphs, trees and flow networks.

### 20410424 - IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA

## Italiano

Acquisire la conoscenza dei principali algoritmi di cifratura. Approfondire le competenze matematiche necessarie alla descrizione degli algoritmi. Acquisire le tecniche di crittoanalisi utilizzate nella valutazione del livello di sicurezza fornito dai sistemi di cifratura.

## Inglese

Acquire the knowledge of the main encryption algorithms. Deepen the mathematical skills necessary for the description of the algorithms. Acquire the cryptanalysis techniques used in the assessment of the security level provided by the encryption systems.

### 20410568 - IN470 - METODI COMPUTAZIONALI PER LA BIOLOGIA

## Italiano

Acquisire la conoscenza di base dei sistemi biologici e dei problemi legati alla loro comprensione anche in relazione a deviazioni dal normale funzionamento e quindi all'insorgenza di patologie. Curare l'aspetto modellistico come pure quello della simulazione numerica, soprattutto di problemi formulati mediante equazioni e sistemi discreti. Acquisire la conoscenza dei principali algoritmi bio-informatici utili ad analizzare dati biologici.

## Inglese

Acquire the basic knowledge of biological systems and problems related to their understanding also in relation to deviations from normal functioning and thus on the onset of pathologies. Maintain the modeling aspect as well as that of numerical simulation, especially problems formulated by equations and discrete systems. Acquire the knowledge of the major bio-informatics algorithms useful for analyzing biological data.

### 20410426 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO

## Italiano

Acquisire le tecniche di programmazione parallela e distribuita, e la conoscenza delle moderne architetture hardware e software per il calcolo scientifico ad alte prestazioni. Introdurre i metodi iterativi distribuiti per la simulazione di problemi numerici. Acquisire la conoscenza dei linguaggi di nuova concezione per la programmazione dinamica nel calcolo scientifico, quali il linguaggio Julia.

## Inglese

Acquire techniques in parallel and distributed programming, and the knowledge of modern hardware and software architectures for high-performance scientific computing. Learn distributed iterative methods for simulating numerical problems. Acquire the knowledge of the newly developed languages for dynamic programming in scientific computing, such as the Julia language.

### 20410427 - IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE

## Italiano

Presentare i principali concetti della teoria dei linguaggi formali e la loro applicazione alla classificazione dei linguaggi di programmazione. Introdurre le principali tecniche per l'analisi sintattica dei linguaggi di programmazione. Imparare a riconoscere la struttura di un linguaggio di programmazione e le tecniche per implementarne la macchina astratta. Conoscere il paradigma orientato agli oggetti e un altro paradigma non imperativo.

## Inglese

Introduce the main concepts of formal language theory and their application to the classification of programming languages. Introduce the main techniques for the syntactic analysis of programming languages. Learn to recognize the

structure of a programming language and the techniques to implement its abstract machine. Study the object-oriented paradigm and another non-imperative paradigm.

#### 20402131 - INGLESE SCIENTIFICO

##### Italiano

Essere in grado di tradurre in italiano libri o articoli in inglese di argomento matematico.

##### Inglese

To be able to translate in Italian mathematical books or papers written in English.

#### 20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1

##### Italiano

Acquisire buona conoscenza dei principi della logica classica del primo ordine e del calcolo dei sequenti per essa, nonché dei principali risultati che la concernono

##### Inglese

To acquire a good knowledge of first order classical logic and its fundamental theorems

#### 20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1

( LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A )

##### Italiano

Acquisire buona conoscenza dei principi della logica classica del primo ordine e del calcolo dei sequenti per essa, nonché dei principali risultati che la concernono

##### Inglese

To acquire a good knowledge of first order classical logic and its fundamental theorems

#### 20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1

( LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B )

##### Italiano

Acquisire buona conoscenza dei principi della logica classica del primo ordine e del calcolo dei sequenti per essa, nonché dei principali risultati che la concernono

##### Inglese

To acquire a good knowledge of first order classical logic and its fundamental theorems

#### 20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2

##### Italiano

Approfondire la conoscenza dei principali risultati della logica classica del primo ordine e studiare alcune loro conseguenze notevoli.

##### Inglese

To acquire the basic notions of Zermelo-Fraenkel's axiomatic set theory and present some problems related to that theory.

#### 20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2

##### Italiano

Acquisire le nozioni di base della teoria assiomatica degli insiemi di Zermelo-Fraenkel e prendere conoscenza delle questioni connesse a tale teoria.

##### Inglese

To acquire the basic notions of Zermelo-Fraenkel's axiomatic set theory and present some problems related to that theory.

#### 20410418 - MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE

## Italiano

Presentare un certo numero di problemi-tipo, di interesse applicativo in varie aree scientifiche e tecnologiche. Curare l'aspetto modellistico come pure quello della simulazione numerica, soprattutto di problemi formulati mediante equazioni e sistemi di equazioni alle derivate parziali.

## Inglese

Present a number of problems, of interest for application in various scientific and technological areas. Deal with the modeling aspects as well as those of numerical simulation, especially for problems formulated in terms of partial differential equations.

### 20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI

## Italiano

1. Basi concettuali della matematica: concetti primitivi in aritmetica, geometria, probabilità; l'idea di dimostrazione; matematica, filosofia e saperi scientifici. 2. Il discreto e il continuo. La geometria euclidea, i numeri naturali, la retta reale. Nodi concettuali, epistemologici, linguistici e didattici dell'insegnamento e dell'apprendimento della matematica. 3. La matematica nella cultura: il ruolo sociale ed economico della matematica, la matematica nell'educazione, la comunità matematica internazionale. 4. Progettazione e sviluppo di metodologie di insegnamento della matematica volti alla costruzione di un curriculum di matematica per i licei e per gli istituti tecnici e professionali.

## Inglese

1. Conceptual basis of mathematics: first principles in arithmetic, geometry, probability; the idea of proof; mathematics, philosophy and scientific knowledge. 2. Discrete and continuous. Euclidean geometry, natural numbers, the real line. Conceptual, epistemological, linguistic and didactic nodes of teaching and learning mathematics. 3. Mathematics in culture: social and economic role of mathematics, mathematics in education, the international mathematical community. 4. Planning and developing methodologies for teaching mathematics, with the aim of building a curriculum in mathematics for high schools and technical and trade schools.

### 20410456 - MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA

## Italiano

1. Analisi critica dell'evoluzione delle idee e delle metodologie nella didattica della matematica, con particolare riguardo al ruolo dell'insegnante. 2. Il curriculum di matematica nella scuola dell'obbligo e nei vari indirizzi delle scuole secondarie (licei, istituti tecnici e istituti professionali) in un quadro internazionale. 3. Progettazione didattica e metodologie di insegnamento della matematica: programmazione e ritmo, principi e metodi per la costruzione di attività, conduzione della classe. 4. La risoluzione dei problemi. Logica, intuizione e storia nella didattica della matematica.

## Inglese

1. Critical analysis of the evolution of ideas and methodologies in teaching mathematics, with particular emphasis on the role of the teacher. 2. The mathematics curriculum in compulsory schooling and in the various secondary schools (high schools, technical schools and trade schools), in an international context. 3. Didactic planning and methodologies for teaching mathematics: programming and rhythm, principles and methods for the construction of activities, classroom management. 4. Problem solving. Logic, intuition and history in teaching mathematics.

### 20410459 - MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA

## Italiano

1. I software per la matematica, con particolare attenzione al loro utilizzo nella didattica della matematica nell'insegnamento scolastico. 2. Analisi delle potenzialità e criticità dell'uso di strumenti tecnologici per l'insegnamento e apprendimento della matematica.

## Inglese

1. Mathematics software, with particular attention to their use for teaching mathematics in school. 2. Analysis of the potential and criticality of the use of technological tools for teaching and learning mathematics.

### 20410452 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE

## Italiano

Rivisitare, in modo critico e con un approccio unitario, nozioni e risultati importanti della matematica classica (principalmente di aritmetica, geometria, algebra) che occupano un posto centrale nell'insegnamento della matematica nella scuola secondaria. In tal modo, contribuire alla formazione degli insegnanti, anche attraverso la riflessione sugli aspetti storici, didattici e culturali

## Inglese

Illustrate, using a critical and unitary approach, some interesting and classical results and notions that are central for teaching mathematics in high school (focussing, principally, on arithmetics, geometry and algebra). The aim of the course is also to give a contribution to teachers training through the investigation on historical, didactic and cultural aspects of these topics

### 20410438 - MF410 - FINANZA COMPUTAZIONALE

## Italiano

Fornire conoscenza di base sui mercati finanziari, introdurre e analizzare modelli teorici e computazionali per problemi di finanza quantitativa quali l'ottimizzazione del portafoglio, la gestione del rischio e il pricing di derivati. Gli aspetti computazionali sono sviluppati prevalentemente in ambiente Matlab.

## Inglese

Basic knowledge of financial markets, introduction to computational and theoretical models for quantitative finance, portfolio optimization, risk analysis. The computational aspects are mostly developed within the Matlab environment.

### 20410419 - MS410-MECCANICA STATISTICA

## Italiano

Acquisire le basi matematiche della teoria della meccanica statistica per sistemi di particelle o spin interagenti, incluso lo studio delle misure di Gibbs e dei fenomeni di transizione di fase; imparare ad applicarle ad alcuni modelli concreti, quali il modello di Ising in dimensione  $d=1,2$  e nell'approssimazione di campo medio.

## Inglese

To acquire the mathematical basic techniques of statistical mechanics for interacting particle or spin systems, including the study of Gibbs measures and phase transition phenomena, and apply them to some concrete models, such as the Ising model in dimension  $d = 1,2$  and in the mean field approximation.

### 20410466 - PROVA FINALE

## Italiano

Prova scritta su argomenti fondamentali della Matematica o discussione di un breve elaborato.

## Inglese

Written test on fundamental topics of Mathematics or discussion of a brief essay.

### 20410555 - ST410-STATISTICA

## Italiano

Acquisire una buona conoscenza delle metodologie statistiche matematiche di base per problemi di inferenza e modellistica statistica. Sviluppare una conoscenza anche operativa di alcuni specifici pacchetti statistici per l'applicazione pratica degli strumenti teorici acquisiti.

## Inglese

Introduction to the basics of mathematical statistics and data analysis, including quantitative numerical experiments using suitable statistical software.

### 20410453 - TN410 - INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI NUMERI

## Italiano

Acquisire buona conoscenza dei concetti e metodi della teoria elementare dei numeri, con particolare riguardo allo studio delle equazioni diofantee e le equazioni di congruenze. Fornire i prerequisiti per corsi più— avanzati della teoria algebrica e analitica dei numeri

## Inglese

Acquire a good knowledge of the concepts and methods of the elementary number theory, with particular reference to the study of the Diophantine equations and congruence equations. Provide prerequisites for more advanced courses of algebraic and analytical number theory

## DIDATTICA EROGATA 2020/2021

### Matematica (L-35)

Dipartimento: MATEMATICA E FISICA

Codice CdS: 104615

#### INSEGNAMENTI

#### Primo anno

#### Primo semestre

##### 20410386 - AL110-ALGEBRA 1 ( - MAT/02 - 9 CFU - 90 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAPORASO LUCIA	60	Carico didattico	
Da assegnare	30	Bando	

##### 20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1 ( - MAT/05 - 9 CFU - 90 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CHIERCHIA LUIGI	60	Carico didattico	
Da assegnare	30	Bando	

##### 20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI ( - INF/01 - 9 CFU - 90 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
MAIELI ROBERTO	60	Carico didattico	
Da assegnare	30	Bando	

#### Secondo semestre

##### 20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2 ( - MAT/05 - 9 CFU - 90 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
HAUS EMANUELE	60	Carico didattico	
Da assegnare	30	Bando	

##### 20410406 - FS110 - FISICA 1 ( - FIS/01 - 9 CFU - 90 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GALLO PAOLA	60	Carico didattico	
Da assegnare	30	Bando	

**20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1 ( - MAT/03 - 9 CFU - 90 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LOPEZ ANGELO	60	Carico didattico	
Da assegnare	30	Bando	

**Secondo anno**

**Primo semestre**

**20402075 - AL210 - ALGEBRA 2 ( - MAT/02 - 9 CFU - 78 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BARROERO FABRIZIO	60	Carico didattico	N0
Da assegnare	18	Bando	N0

**20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3 ( - MAT/05 - 9 CFU - 78 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PROCESI MICHELA	60	Carico didattico	N0
Da assegnare	18	Bando	N0

**20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2 ( - MAT/03 - 9 CFU - 78 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
VIVIANI FILIPPO	60	Carico didattico	
Da assegnare	18	Bando	

**Secondo semestre**

**20410471 - AM220 - ANALISI MATEMATICA 4 - MODULO A ( - MAT/05 - 6 CFU - 52 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BIASCO LUCA	40	Carico didattico	
Da assegnare	12	Bando	

**20410471 - AM220 - ANALISI MATEMATICA 4 - MODULO B ( - MAT/05 - 3 CFU - 26 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BIASCO LUCA	20	Carico didattico	
Da assegnare	6	Bando	

**20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ ( - MAT/06 - 9 CFU - 78 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAPUTO PIETRO	60	Carico didattico	
CANDELLERO ELISABETTA	18	Carico didattico	

### 20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA ( - MAT/07 - 9 CFU - 78 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GENTILE GUIDO	60	Carico didattico	
CORSI LIVIA	18	Carico didattico	

### 20410341 - GE220 - TOPOLOGIA ( - MAT/03 - 9 CFU - 78 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAPORASO LUCIA	60	Carico didattico	
Da assegnare	18	Bando	

## Terzo anno

### Primo semestre

### 20402083 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE ( - MAT/02 - 7 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
TARTARONE FRANCESCA	60	Carico didattico	N0
TOLLI FILIPPO	12	Carico didattico	N0

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20402083 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 TARTARONE FRANCESCA	72	
<b>Mutuato da:</b> 20402083 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 TOLLI FILIPPO	72	
<b>Mutuato da:</b> 20402083 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 TARTARONE FRANCESCA	72	N0
<b>Mutuato da:</b> 20402083 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 TOLLI FILIPPO	72	N0

### 20402085 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE ( - MAT/05 - 7 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
ESPOSITO PIERPAOLO	60	Carico didattico	N0
MASSETTI JESSICA ELISA	12	Carico didattico	N0

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20402085 AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE in Matematica L-35 N0 ESPOSITO PIERPAOLO	72	
<b>Mutuato da:</b> 20402085 AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE in Matematica L-35 N0 MASSETTI JESSICA ELISA	72	
<b>Mutuato da:</b> 20402085 AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE in Matematica L-35 N0 ESPOSITO PIERPAOLO	72	N0

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20402085 AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE in Matematica L-35 N0 MASSETTI JESSICA ELISA	72	N0

### 20402088 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1 ( - MAT/08 - 7 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410413 AN410 - ANALISI NUMERICA 1 in Scienze Computazionali LM-40 FERRETTI ROBERTO	72	
<b>Fruito da:</b> 20410413 AN410 - ANALISI NUMERICA 1 in Scienze Computazionali LM-40 FERRETTI ROBERTO	72	N0

### 20410355 - AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI ( - MAT/07 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410421 AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO	60	

### 20402249 - CH410- ELEMENTI DI CHIMICA ( - CHIM/03 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20401116 ELEMENTI DI CHIMICA in Fisica L-30 N0 IUCCI GIOVANNA	60	N0

### 20410346 - CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA ( - MAT/03 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410415 CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA in Scienze Computazionali LM-40 MEROLA FRANCESCA	60	

### 20410333 - FS220-FISICA 2 ( - FIS/01 - 12 CFU - 84 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PLASTINO WOLFANGO	60	Carico didattico	
Da assegnare	18	Bando	

### 20402122 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA ( - FIS/02 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 LUBICZ VITTORIO	60	N0
<b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 TARANTINO CECILIA	60	N0

### 20410358 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI ( - FIS/04 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20401070 ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI in Fisica LM-17 N0 Ruggeri	60	



Dettaglio	Ore	Canale
Federico		

### 20402087 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE ( - MAT/03 - 7 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PONTECORVO MASSIMILIANO	72	Carico didattico	N0

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20402087 GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 PONTECORVO MASSIMILIANO	72	
<b>Mutuato da:</b> 20402087 GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 PONTECORVO MASSIMILIANO	72	N0

### 20402104 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1 ( - MAT/03 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410449 GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1 in Matematica LM-40 LOPEZ ANGELO	60	
<b>Fruito da:</b> 20410449 GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1 in Matematica LM-40 LOPEZ ANGELO	60	N0

### 20410038 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI ( - MAT/03 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410425 GE460 - TEORIA DEI GRAFI in Scienze Computazionali LM-40 MASCARENHAS MELO ANA MARGARIDA	60	

### 20410348 - GL410-ELEMENTI DI GEOLOGIA I ( - GEO/03 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410384 ELEMENTI DI GEOLOGIA I in Geologia del Territorio e delle Risorse LM-74 CIFELLI FRANCESCA	60	

### 20410349 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ ( - MAT/01 - 7 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410417 IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ in Scienze Computazionali LM-40 PEDICINI MARCO	72	

### 20410371 - IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA ( - INF/01 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410424 IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA in Scienze Computazionali LM-40 PEDICINI MARCO	60	

### 20410147 - IN470 - METODI COMPUTAZIONALI PER LA BIOLOGIA ( - INF/01 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410568 IN470 - METODI COMPUTAZIONALI PER LA BIOLOGIA in Scienze Computazionali LM-40 CASTIGLIONE Filippo	60	

**20410148 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO ( - ING-INF/05 - 7 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20810157 CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO in Ingegneria informatica LM-32 PAOLUZZI ALBERTO	72	
<b>Fruito da:</b> 20810157 CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO in Ingegneria informatica LM-32 PAOLUZZI ALBERTO	60	

**20410148 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO ( - ING-INF/05 - 7 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20810157 CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO in Ingegneria informatica LM-32 PAOLUZZI ALBERTO	72	
<b>Fruito da:</b> 20810157 CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO in Ingegneria informatica LM-32 PAOLUZZI ALBERTO	60	

**20410149 - IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE ( - INF/01 - 7 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410427 IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE in Scienze Computazionali LM-40 LOMBARDI FLAVIO	60	

**20402131 - INGLESE SCIENTIFICO ( - - 1 CFU - 0 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BRUNO ANDREA	0	Carico didattico	N0

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20402131 INGLESE SCIENTIFICO in Matematica L-35 N0 BRUNO ANDREA	0	N0

**20410343 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI ( - MAT/04 - 7 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Modellistico-applicativo - Teorico-didattico

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BRUNO ANDREA	66	Carico didattico	
SUPINO PAOLA	6	Carico didattico	

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20410343 MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI in Matematica L-35 BRUNO ANDREA	72	
<b>Mutuato da:</b> 20410343 MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI in Matematica L-35 SUPINO PAOLA	72	

**20410351 - ST410-INTRODUZIONE ALLA STATISTICA ( - MAT/06 - 7 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410555 ST410-STATISTICA in Scienze Computazionali LM-40 DE OLIVEIRA STAUFFER ALEXANDRE	72	

**Secondo semestre**

**20410334 - AC310-ANALISI COMPLESSA ( - MAT/05 - 7 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BESSI UGO	72	Carico didattico	

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20410334 AC310-ANALISI COMPLESSA in Matematica L-35 BESSI UGO	72	

**20402094 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA ( - MAT/02 - 7 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410445 AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA in Matematica LM-40 LELLI CHIESA MARGHERITA	60	
<b>Fruito da:</b> 20410445 AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA in Matematica LM-40 LELLI CHIESA MARGHERITA	60	N0

**20410144 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE ( - MAT/05 - 7 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410460 AM450 - ANALISI FUNZIONALE in Matematica LM-40 BATTAGLIA LUCA	60	

**20402092 - AN420 - ANALISI NUMERICA 2 ( - MAT/08 - 7 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410420 AN420 - ANALISI NUMERICA 2 in Scienze Computazionali LM-40	72	
<b>Fruito da:</b> 20410420 AN420 - ANALISI NUMERICA 2 in Scienze Computazionali LM-40 CACACE SIMONE	72	
<b>Fruito da:</b> 20410420 AN420 - ANALISI NUMERICA 2 in Scienze Computazionali LM-40	72	N0
<b>Fruito da:</b> 20410420 AN420 - ANALISI NUMERICA 2 in Scienze Computazionali LM-40 CACACE SIMONE	72	N0

**20410352 - CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI ( - MAT/06 - 7 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410441 CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI in Scienze Computazionali LM-40 MARTINELLI FABIO	60	

**20410342 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA ( - MAT/07 - 7 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PELLEGRINOTTI ALESSANDRO	60	Carico didattico	
CORSI LIVIA	12	Carico didattico	

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20410342 FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA in Matematica L-35 CORSI LIVIA	72	
<b>Mutuato da:</b> 20410342 FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA in Matematica L-35 PELLEGRINOTTI ALESSANDRO	72	

**20410347 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A ( - MAT/07 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410084 COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - MOD A in Fisica L-30 GENTILE GUIDO	30	

**20410347 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B ( - MAT/07 - 4 CFU - 30 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410085 COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - MOD. B in Fisica L-30 GENTILE GUIDO	30	

**20410069 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA ( - FIS/08 - 7 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410448 FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA in Matematica LM-40	60	
<b>Fruito da:</b> 20410448 FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA in Matematica LM-40 DI NARDO ROBERTO	60	

**20410359 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA ( - FIS/02 - 7 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20401806 ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA in Fisica L-30 N0 RAIMONDI ROBERTO	60	

**20410361 - FS460 - DIDATTICA DELLA FISICA ( - FIS/08 - 7 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410502 DIDATTICA DELLA FISICA in Fisica LM-17	60	

**20410094 - GE470 - SUPERFICI DI RIEMANN ( - MAT/03 - 7 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410567 GE470-SUPERFICI DI RIEMANN in Matematica LM-40 VERRA ALESSANDRO	60	

**20410353 - GL420-ELEMENTI DI GEOLOGIA II** ( - GEO/03 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410328 ELEMENTI DI GEOLOGIA II in Geologia del Territorio e delle Risorse LM-74 CIFELLI FRANCESCA	60	

**20410143 - IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA** ( - INF/01 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410423 IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA in Scienze Computazionali LM-40 LIVERANI MARCO	60	

**20402131 - INGLESE SCIENTIFICO** ( - - 1 CFU - 0 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
BRUNO ANDREA	0	Carico didattico	N0

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20402131 INGLESE SCIENTIFICO in Matematica L-35 N0 BRUNO ANDREA	0	N0

**20402123 - MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE** ( - MAT/08 - 7 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410418 MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE in Scienze Computazionali LM-40	72	
<b>Fruito da:</b> 20410418 MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE in Scienze Computazionali LM-40 FERRETTI ROBERTO	72	
<b>Fruito da:</b> 20410418 MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE in Scienze Computazionali LM-40	72	N0
<b>Fruito da:</b> 20410418 MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE in Scienze Computazionali LM-40 FERRETTI ROBERTO	72	N0

**20410354 - MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA** ( - MAT/04 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410456 MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA in Matematica LM-40 MILLAN GASCA ANA MARIA	60	

**20410193 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE** ( - MAT/04 - 7 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Modellistico-applicativo - Teorico-didattico*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Fruito da:</b> 20410452 ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE in Matematica LM-40 TARTARONE FRANCESCA	60	

**INCARICHI DIDATTICI DEL CORSO DI LAUREA**

Nominativo	Tot.Ore	Tipo incarico	Ore	Attività didattica		
BARROERO FABRIZIO	60	Carico didattico	60	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2		
BESSI UGO	72	Carico didattico	72	20410334 - AC310-ANALISI COMPLESSA		
BIASCO LUCA	60	Carico didattico	20	20410471 - AM220 - ANALISI MATEMATICA 4		
		Carico didattico	40	20410471 - AM220 - ANALISI MATEMATICA 4		
BRUNO ANDREA	66	Carico didattico	0	20402131 - INGLESE SCIENTIFICO		
		Carico didattico	66	20410343 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI		
CANDELLERO ELISABETTA	18	Carico didattico	18	20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ		
CAPORASO LUCIA	120	Carico didattico	60	20410386 - AL110-ALGEBRA 1		
		Carico didattico	60	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA		
CAPUTO PIETRO	60	Carico didattico	60	20410338 - CP210-INTRODUZIONE ALLA PROBABILITÀ		
CHIERCHIA LUIGI	60	Carico didattico	60	20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1		
CORSI LIVIA	30	Carico didattico	18	20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA		
		Carico didattico	12	20410342 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA		
ESPOSITO PIERPAOLO	60	Carico didattico	60	20402085 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE		
GALLO PAOLA	60	Carico didattico	60	20410406 - FS110 - FISICA 1		
GENTILE GUIDO	60	Carico didattico	60	20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA		
HAUS EMANUELE	60	Carico didattico	60	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2		
LOPEZ ANGELO	60	Carico didattico	60	20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1		
MAIELI ROBERTO	60	Carico didattico	60	20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI		
MASSETTI JESSICA ELISA	12	Carico didattico	12	20402085 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE		
PELLEGRINOTTI ALESSANDRO	60	Carico didattico	60	20410342 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA		
PLASTINO WOLFANGO	60	Carico didattico	60	20410333 - FS220-FISICA 2		
PONTECORVO MASSIMILIANO	72	Carico didattico	72	20402087 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE		
PROCESI MICHELA	60	Carico didattico	60	20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3		
SUPINO PAOLA	6	Carico didattico	6	20410343 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI		
TARTARONE FRANCESCA	60	Carico didattico	60	20402083 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE		
TOLLI FILIPPO	12	Carico didattico	12	20402083 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE		
VIVIANI FILIPPO	60	Carico didattico	60	20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2		
DOCENTE NON DEFINITO	2028	Bando	30	20410386 - AL110-ALGEBRA 1		
		Bando	30	20410386 - AL110-ALGEBRA 1		
		Bando	18	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2		
		Bando	18	20402075 - AL210 - ALGEBRA 2		
		Bando	30	20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1		
		Bando	30	20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1		
		Bando	30	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2		
		Bando	30	20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2		
		Bando	18	20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3		
		Bando	18	20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3		
		Bando	6	20410471 - AM220 - ANALISI MATEMATICA 4		
		Bando	12	20410471 - AM220 - ANALISI MATEMATICA 4		
		Bando	12	20410471 - AM220 - ANALISI MATEMATICA 4		
		Bando	6	20410471 - AM220 - ANALISI MATEMATICA 4		
		Bando	30	20410406 - FS110 - FISICA 1		
		Bando	30	20410406 - FS110 - FISICA 1		
		Bando	18	20410333 - FS220-FISICA 2		
		Bando	18	20410333 - FS220-FISICA 2		
		Bando	30	20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1		
		Bando	30	20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1		
		Bando	18	20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2		
		Bando	18	20410340 - GE210-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 2		
		Bando	18	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA		
		Bando	18	20410341 - GE220 - TOPOLOGIA		
		Bando	30	20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI		
		Bando	30	20410336 - IN110-ALGORITMI E STRUTTURE DATI		
		<b>Totale ore</b>	<b>3336</b>			

## CONTENUTI DIDATTICI

### 20402075 - AL210 - ALGEBRA 2

**Canale:**N0

**Docente:** BARROERO FABRIZIO

**Italiano**

#### Prerequisiti

AL110

#### Programma

Gruppi: Gruppi di permutazioni, diedrali, ciclici. Sottogruppi. Classi laterali e teorema di Lagrange. Omomorfismi. Sottogruppi normali e gruppi quoziente. Teoremi di omomorfismo. Anelli: Anelli, domini, corpi e campi. Sottoanelli, sottocampi e ideali. Omomorfismi. Anelli quoziente. Teoremi di omomorfismo. Ideali primi e massimali. Campo dei quozienti di un dominio. Divisibilità in un dominio. Campi: Estensioni di campi (semplici, algebriche e trascendenti). Campo di spezzamento di un polinomio (cenni). Campi finiti.

#### Testi

Dispense fornite dal docente

#### Bibliografia di riferimento

D. Dikranjan - M.S. Lucido, Aritmetica e algebra, Liguori. I. Herstein, Algebra - Editori Riuniti (2010) G.M. Piacentini Cattaneo, Algebra, un approccio algoritmico, Decibel - Zanichelli. Hungerford: Algebra. Graduate Texts in Mathematics, 73. Springer-Verlag, New York-Berlin, 1980. Dummit - Foote. Abstract algebra. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ 1991.

#### Modalità erogazione

Didattica frontale in aula su lavagna ed esercitazione in classe. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare si applicheranno le seguenti modalità: lezioni in streaming a distanza tramite la piattaforma Microsoft Teams.

#### Modalità di valutazione

L'esame consisterà in una prova scritta ed una orale al termine del corso. Durante il corso sono previste due prove in itinere che saranno valutate come prova scritta dell'esame. Tutte le prove scritte e le prove in itinere constano di 6 esercizi pratici da svolgere in 3 ore.

**English**

#### Prerequisites

AL110

#### Programme

Groups: symmetri, dihedral, cyclic groups. Subgroups. Cosets and Lagrange theorem. Homomorphisms. Normal subgroups and quotient groups. Homomorphism theorems. Actions of a group on a set. Orbits and stabilizers theorems. Sylow theorems and their applications. Rings: Rings, domains and fields. Sub-rings, subfields and ideals. Homomorphisms. Quotient rings. Homomorphism theorems. Prime and maximum ideals. The quotient field of a domain. Divisibility in a domain. Fields: Field extensions (simple, algebraic and transcendental). Splitting field of a polynomial. Finite fields.

#### Reference books

Lecture notes

#### Reference bibliography

D. Dikranjan - M.S. Lucido, Aritmetica e algebra, Liguori. I. Herstein, Algebra - Editori Riuniti (2010) G.M. Piacentini Cattaneo, Algebra, un approccio algoritmico, Decibel - Zanichelli. Hungerford: Algebra. Graduate Texts in Mathematics, 73. Springer-Verlag, New York-Berlin, 1980. Dummit - Foote. Abstract algebra. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ 1991.

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

### 20402083 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE

**Canale:**N0

**Docente:** TARTARONE FRANCESCA

**Italiano**

#### Prerequisiti

AL210 Algebra 2 - Gruppi, Anelli e Campi

#### Programma

Elementi di Teoria dei Campi. Gruppi di Galois e Ampliamenti di Galois. La Corrispondenza di Galois. Alcune applicazioni della Corrispondenza di Galois: Costruzioni con riga e compasso, Risolubilità delle equazioni polinomiali.

### Testi

S. Gabbelli, Teoria delle Equazioni e Teoria di Galois. Springer Italia, (2008). C. Procesi, Elementi di Teoria di Galois. Decibel, Zanichelli, (Seconda ristampa, 1991). I. Stewart, Galois Theory. Chapman and Hall, (1989).

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Il corso si svolgerà con lezioni frontali, esercitazioni e tutoraggio. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. Qualora fosse necessario, per la didattica a distanza si utilizzerà la piattaforma Microsoft Teams.

### Modalità di valutazione

L'esame consisterà in una prova scritta ed una orale al termine del corso. Durante il corso sono previste due prove scritte in itinere che saranno valutate come prova scritta dell'esame. A coloro che supereranno entrambe le prove in itinere con una votazione superiore a 18/30 (per ogni prova) la docente proporrà un voto per verbalizzare l'esame senza la necessità di sostenere una prova orale. Tale proposta potrà anche essere rifiutata dagli studenti nel caso volessero sostenere una prova orale per tentare di migliorare il risultato finale. L'orale si rende comunque necessario per chi vuole ambire alla Lode. La prova scritta (comprese le valutazioni in itinere) consiste di 5/6 esercizi pratico/teorici da svolgere in 2,30/3 ore.

### English

#### Prerequisites

AL210 Algebra 2 - Groups, Rings and Fields

#### Programme

Field theory. Galois groups and Galois extensions. The Correspondence of Galois. Some applications of the Galois Correspondence: Constructions with ruler and compass, Solubility of polynomial equations.

#### Reference books

S. Gabbelli, Teoria delle Equazioni e Teoria di Galois. Springer Italia, (2008). C. Procesi, Elementi di Teoria di Galois. Decibel, Zanichelli, (Seconda ristampa, 1991). I. Stewart, Galois Theory. Chapman and Hall, (1989).

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410405 - AM110 - ANALISI MATEMATICA 1

**Docente:** CHIERCHIA LUIGI

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessun prerequisito è richiesto. È auspicabile una buona familiarità con le operazioni aritmetiche e con le regole delle potenze e dei logaritmi.

#### Programma

PARTE 1: Il sistema dei numeri reali e suoi principali sottoinsiemi • Insiemi, relazioni e funzioni. • Assiomi dei numeri reali. • Proprietà elementari dei campi ordinati. • Insiemi e funzioni simmetriche. Valore assoluto e distanza. • I numeri naturali. Sottrazione in  $\mathbb{N}$ ; principio del buon ordinamento e sue conseguenze. • Successioni e teorema di ricorsione (dimostrazione facoltativa). Definizione ricorsiva di somme, prodotti e potenze. • Potenze ennesime, somma geometrica e formula per  $a^n - b^n$ . Binomio di Newton. • Insiemi finiti e infiniti. • Numeri razionali. I razionali sono numerabili. Lemma di Gauss. • Estremo superiore e inferiore. Conseguenze elementari dell'assioma di completezza sui numeri interi. • Radici ennesime. Potenze con esponente razionale. • Funzioni monotone. PARTE 2: Teoria dei limiti • Il sistema reale esteso  $\mathbb{R}^*$ . Intervalli e intorno. • Punti interni, isolati, di accumulazione. Definizione generale di limite. Unicità del limite. • Teorema della permanenza del segno. Teoremi di confronto. • Limiti laterali e funzioni monotone. • Algebra dei limiti finiti. Algebra dei limiti estesa. • Alcuni limiti notevoli di successioni. • Il numero di Nepero. • Teorema ponte e caratterizzazione del sup/inf tramite successioni. • Continuità: considerazioni generali; teorema di esistenza degli zeri. Teorema dei valori intermedi. • Classificazione delle discontinuità. • Limiti per funzioni composte. • Limiti per funzioni inverse. • Una funzione continua e strettamente monotona su un intervallo ha inversa continua. • Logaritmi. • Limiti notevoli (esponenziali e logaritmi). PARTE 3: Serie • Serie numeriche: Proprietà elementari delle serie. Criteri del confronto. • Cenni sull'espansione decimale. • Criteri di convergenza per serie a termini positivi • Criteri per serie a termini reali (Abel-Dirichlet, Leibniz). • Serie esponenziale. Irrazionalità di  $e$ . Velocità di divergenza della serie armonica. • Proprietà delle funzioni trigonometriche (in particolare dimostrazione del teorema di addizione del coseno). • Funzioni periodiche. Proprietà di monotonia delle funzioni trigonometriche. • Funzioni trigonometriche inverse.

#### Testi

Luigi Chierchia: Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R McGraw-Hill Education Collana:



Collana di istruzione scientifica Data di Pubblicazione: giugno 2019 EAN: 9788838695438 ISBN: 8838695431 Pagine: XI-374 Formato: brossura <https://www.mheducation.it/9788838695438-italy-corso-di-analisi-prima-parte> Testi di esercizi: Giusti, E.: Esercizi e complementi di Analisi Matematica, Volume Primo, Bollati Boringhieri, 2000 Demidovich, B.P., Esercizi e problemi di Analisi Matematica, Editori Riuniti, 2010

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Lezioni frontali (circa quarantotto ore) ed esercitazioni (circa quarantadue ore). Tutto il materiale del programma verrà spiegato a lezione. Le lezioni/esercitazioni includeranno un dialogo continuo con gli studenti: il feedback da parte degli studenti durante il corso è strumento fondamentale per la buona riuscita del corso stesso. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni (di Stato e dell'Università Roma Tre) che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche. In particolare, lezioni a distanza potrebbero essere necessarie.

## Modalità di valutazione

La valutazione è basata su una prova scritta e su una prova orale. Sono previste due prove scritte in itinere che, in caso di esito positivo, sostituiscono la prova scritta finale. Esempi di prove degli anni passati saranno disponibili in rete sul sito web dedicato al corso che verrà costantemente aggiornato dal docente. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni (di Stato e dell'Università Roma Tre) che regolino le modalità della valutazione degli studenti. In particolare, valutazioni a distanza potrebbero essere necessarie ed in tal caso la valutazione sarà di tipo orale preceduta da una prova scritta preliminare parte integrante dell'esame orale.

## English

### Prerequisites

No prerequisites are required. A good familiarity with arithmetical operations, power laws and logarithms is desirable.

### Programme

PART 1: The set of real numbers and its main subsets • Sets, relations and functions. • Axioms of real numbers. • Elementary properties of ordered fields. • Symmetric sets and functions. Absolute value and distance. • Natural numbers. Subtraction in  $\mathbb{N}$ ; principle of well-ordering and its consequences. • Sequences and recursion theorem (optional proof). Recursive definition of sums, products and powers. •  $N^{\text{th}}$  powers, geometric sum and formula for  $a^n - b^n$ . Newton's binomial formula. • Finite and infinite sets. • Rational numbers. The rationals are countable. Gauss lemma. • Least upper bound and greatest lower bound. Elementary consequences of the completeness axiom on integers. • Roots. Powers with rational exponent. • Monotone functions. PART 2: Theory of limits • The extended real system  $\mathbb{R}^*$ . Intervals and neighbourhoods. • Internal, isolated, accumulation points. General definition of limit. Uniqueness of the limit. • Sign permanence theorem. Comparison theorems. • Side limits and monotone functions. • Algebra of finite limits. Extended limit algebra. • Some notable limits of sequences. • The number of Nepero. • Bridge theorem and characterisation of the  $\sup / \inf$  by sequences. • Continuity: general considerations; theorem of existence of zeros. Intermediate value theorem. • Classification of discontinuities. • Limits for compound functions. • Limits for inverse functions. • A continuous and strictly monotone function on an interval admits a continuous inverse. • Logarithms. • Notable limits (exponential and logarithms). PART 3: Series • Numerical series: Elementary properties of series. Comparison criteria. • Decimal expansions. • Convergence criteria for series with positive terms. • Criteria for series with real terms (Abel-Dirichlet, Leibniz). • Exponential series. Irrationality of  $e$ . Speed of divergence of the harmonic series. • Properties of trigonometric functions (in particular proof of the cosine addition theorem). • Periodic functions. Monotonic properties of trigonometric functions. • Inverse trigonometric functions.

### Reference books

Luigi Chierchia: Corso di analisi. Prima parte. Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R McGraw-Hill Education Collana: Collana di istruzione scientifica Data di Pubblicazione: giugno 2019 EAN: 9788838695438 ISBN: 8838695431 Pagine: XI-374 Formato: brossura <https://www.mheducation.it/9788838695438-italy-corso-di-analisi-prima-parte> Exercise texts: Giusti, E.: Esercizi e complementi di Analisi Matematica, Volume Primo, Bollati Boringhieri, 2000 Demidovich, B.P., Esercizi e problemi di Analisi Matematica, Editori Riuniti, 2010

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410388 - AM120-ANALISI MATEMATICA 2

**Docente:** HAUS EMANUELE

## Italiano

### Prerequisiti

Analisi Matematica 1 (AM110)

### Programma

Topologia standard di  $\mathbb{R}$ , sottosuccessioni, limite inferiore e superiore, Teoremi di Bolzano-Weierstrass e Weierstrass. Insiemi aperti, chiusi, compatti. Funzioni uniformemente continue. Differenziabilità, derivata e sue interpretazioni. Regole per il calcolo di derivate. Derivata e monotonia. I teoremi fondamentali sulla derivabilità (Fermat, Rolle, Cauchy, Lagrange). Teoremi di Bernoulli-Hopital. Punti critici. Derivata seconda. Funzioni convesse. Studio qualitativo di funzioni. Derivate successive e formula di Taylor (teorema di Peano).

Uso della formula di Taylor nel calcolo di limiti. L'integrale di Riemann: somme parziali, integrabilità. Classi di funzioni integrabili (funzioni monotone, funzioni continue e a tratti). Calcolo di primitive. Il teorema fondamentale del calcolo. Resto integrale nella formula di Taylor. Integrali impropri; confronto con serie. Serie di Taylor. Numeri complessi, serie esponenziale nel piano complesso e teorema fondamentale dell'algebra.

### Testi

Luigi Chierchia, Corso di Analisi, prima parte, Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R.

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

La prova scritta può essere sostituita dalle due prove in itinere.

### English

### Prerequisites

Analisi Matematica 1 (AM110)

### Programme

Standard topology of  $\mathbb{R}$ , subsequences, limit inferior and limit superior, Theorems of Bolzano-Weierstrass and Weierstrass. Open, closed and compact sets. Uniformly continuous functions. Differentiability of functions. Rules for computing derivatives. Derivatives and monotonicity. Fundamental theorems on derivatives (Fermat, Rolle, Cauchy, Lagrange). Theorem of Bernoulli-Hopital. Critical points. Second derivative. Convex functions. Qualitative study of functions. Successive derivatives and Taylor's formula. Use of Taylor's formula in computing limits. Riemann's integral: partial sums, integrability. Integrability of monotone and piecewise continuous functions. Computation of primitives. Fundamental theorem of calculus. Integral remainder in Taylor's formula. Improper integrals; comparison with series. Taylor series. Complex numbers, exponential series in the complex plane and fundamental theorem of algebra.

### Reference books

Luigi Chierchia, Corso di Analisi, prima parte, Una introduzione rigorosa all'analisi matematica su R.

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20402076 - AM210 - ANALISI MATEMATICA 3

Canale:N0

Docente: PROCESI MICHELA

### Italiano

### Prerequisiti

preparazione di analisi di base. Aver sostenuto i corsi AM110 e AM120

### Programma

1. Funzioni di  $n$  variabili reali Spazi vettoriali. Prodotto scalare (disuguaglianza di Cauchy-Schwarz), norma, distanza, topologia standard, compattezza in  $\mathbb{R}^n$ . Funzioni continue da  $\mathbb{R}^n$  in  $\mathbb{R}^m$ . Continuità ed uniforme continuità. Teorema di Weierstrass. Definizioni di derivata parziale e direzionale, funzioni differenziabili, gradiente, Prop.: una funzione differenziabile continua e ha tutte le derivate direzionali. Teorema del differenziale totale Lemma di Schwarz. Funzioni  $C^k$ , regola della catena. Matrice hessiana. Formula di Taylor al secondo ordine. Punti stazionari massimi e minimi Matrici definite positive. Prop: i punti di massimo o minimo sono punti critici; i punti critici in cui la matrice Hessiana è definita positiva (negativa) sono punti di minimo (massimo); i punti critici in cui la matrice Hessiana ha un autovalore positivo e uno negativo sono selle. Funzioni differenziabili da  $\mathbb{R}^n$  ad  $\mathbb{R}^m$ ; Matrice jacobiana. Matrice jacobiana della composizione. 2. Spazi normati e spazi di Banach Esempi. Successioni convergenti e di Cauchy. Norme equivalenti. Equivalenza delle norme in  $\mathbb{R}^n$ . Lo spazio delle funzioni continue con la norma del sup uno spazio di Banach. Il teorema del punto fisso in spazi di Banach Teo. 6.10 3. Funzioni implicite Il teorema delle funzioni implicite e Inversa. Massimi e minimi vincolati, moltiplicatori di Lagrange. 4. Equazioni differenziali ordinarie Esempi: equazioni a variabili separabili, sistemi lineari a coefficienti costanti (soluzione con l'esponenziale di matrice), Teorema di esistenza e unicità. Sistemi lineari, struttura delle soluzioni, wronskiano, variazione di costanti.

### Testi

Analisi Matematica II, Giusti - Analisi Matematica II, Chierchia

### Bibliografia di riferimento

Analisi Matematica II, Giusti- Analisi Matematica II, Chierchia.

### Modalità erogazione

4 ore di didattica frontale 2 di esercitazione due di tutorato a settimana. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche. In particolare si applicheranno le seguenti modalità: svolgimento di lezione a distanza in diretta e registrazione della lezione stessa.

### Modalità di valutazione

La prova scritta verte sugli argomenti svolti in classe e tende a verificare la capacità di risolvere esercizi. E' composta da 3-4 esercizi sugli argomenti trattati in classe. La prova orale serve a verificare la capacità di presentare e dimostrare i teoremi svolti in classe e applicarli in casi specifici. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività di valutazione. In particolare si applicheranno le seguenti modalità: Assegnazione di esercizi durante il corso che lo studente dovrà presentare per accedere all'orale, che si terrà in modalità a distanza.

### English

#### Prerequisites

Basic analysis. To have passed the exams AM110 e AM120

#### Programme

1. Functions of  $n$  real variables Vector spaces. Scalar product (Cauchy-Schwarz inequality), norm, distance, standard topology, compactness in  $\mathbb{R}^n$ . Continuous functions from  $\mathbb{R}^n$  to  $\mathbb{R}^m$ . Continuity and uniform continuity. Weierstrass theorem. Definitions of partial and directional derivatives, differentiable functions, gradient, Prop.: a continuous differentiable function and has all the directional derivatives. Schwarz's Lemma total differential theorem. Functions  $C^k$ , chain rule. Hessian matrix. Taylor's formula at second order. Maximum and minimum stationary points Positive definite matrices. Prop: maximum or minimum points are critical points; the critical points in which the Hessian matrix is positive (negative) are minimum (maximum) points; the points critics in which the Hessian matrix has a positive and a negative eigenvalue are saddles. Functions that can be differentiated from  $\mathbb{R}^n$  to  $\mathbb{R}^m$ ; Jacobian matrix. Jacobian matrix of the composition. 2. Normed spaces and Banach spaces Examples. Converging and Cauchy sequences. Equivalent rules. Equivalence of the norms in  $\mathbb{R}^n$ . The space of the continuous functions with the sup norm a Banach space. The fixed point theorem in Banach spaces Teo. 6:10 3. Implicit functions The theorem of implicit and Inverse functions. Constrained maxima and minima, Lagrange multipliers. 4. Ordinary differential equations Examples: equations with separable variables, linear systems with constant coefficients (solution with matrix exponential). Existence and uniqueness theorem. Linear systems, structure of solutions, wronskian, variation of constants.

#### Reference books

Analisi Matematica II, Giusti - Analisi Matematica II, Chierchia

#### Reference bibliography

Analisi Matematica II, Giusti - Analisi Matematica II, Chierchia

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410355 - AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI

**Docente:** TERESI LUCIANO

### Italiano

#### Prerequisiti

Nozioni basi del calcolo differenziale e integrale

#### Programma

L'obiettivo del corso è presentare il Metodo degli Elementi Finiti (MEF), uno dei metodi più utilizzati nel panorama delle tecniche numeriche per la soluzione di problemi scientifici basati su sistemi di equazioni differenziali alle derivate parziali. Gli studenti impareranno a utilizzare software per il calcolo scientifico basato sul MEF, e acquisiranno le competenze per implementare e risolvere alcuni problemi campione tipici della meccanica dei solidi, dei fluidi, e della fisica dei mezzi continui. Il corso tratterà il MEF sia dal punto di vista teorico che pratico, illustrando gli strumenti per la soluzione numerica delle equazioni classiche della fisica matematica, quali le equazioni ellittiche, iperboliche e paraboliche. 1. La Cassetta degli attrezzi La regola di Leibniz e il teorema della divergenza. La derivata debole. La nozione di funzioni generalizzate; la "delta" e il gradino. Le funzione lisce a supporto compatto; le funzioni di saggio. Nozione di funzionale lineare, forma lineare e forma bilineare. Spazi funzionali, prodotto interno, norma e distanza. Teorema di rappresentazione di Riesz. Esempio prototipo di legge di bilancio. Il primo problema modello: il laplaciano e l'equazione del calore. Il secondo problema modello: la meccanica dei solidi. La formulazione debole del problema differenziale. Condizioni al contorno essenziali, naturali e miste. Relazioni tra formulazione debole, forte e variazionale. 2. Il Metodo di Galerkin Esempio base: laplaciano in 1D. Funzioni di forma lineari e quadratiche. Assemblaggio della matrice di rigidità e del vettore dei carichi. Confronto elementi finiti e differenze finite. Condizioni al bordo in forma debole e metodo dei moltiplicatori di Lagrange. 3. Il Metodo degli Elementi Finiti. Esempio base: laplaciano in 2D. Griglie triangolari. Funzioni di forma lineari a tratti. Funzioni di forma quadratiche e cubiche. Triangoli di Lagrange di ordine arbitrario. Griglie quadrilatere. 4. Analisi della convergenza Approssimazione di funzioni lisce con funzioni lineari a tratti. Raffinamento della griglie. Convergenza nella norma energia; convergenza nella norma  $L_2$ . 5. Soluzione delle equazioni degli elementi finiti Matrici sparse. Metodi di soluzione diretta. Fattorizzazione di Cholesky. Precondizionamento, metodi iterative, iterazioni di Jacobi. Gradiente Coniugato (GC). Basi gerarchiche. Cenno la Metodo multigriglia. Metodi adattativi. Raffinamento locale delle griglie. Stima degli errori. 6. Problemi di trasporto. Implementazione e soluzione di problemi di diffusione-convezione. Criterio di Friederick-Lax-Courant. Stabilità delle soluzioni. Cenno ai metodi di stabilizzazione delle oscillazioni. Problemi di trasporto del tipo reazione-diffusione. 7. Meccanica dei Solidi Implementazione e soluzione di problemi campione della meccanica dei solidi; Elasticità lineare; materiali isotropi e non isotropi. Problemi di vibrazioni. Onde Elastiche. 8. Meccanica dei fluidi Esempi campione di problemi di fluidodinamica numerica. Equazione di Navier-Stokes.

## Testi

1) Integral Form at a Glance, note a cura del docente 2) When functions have no value(s): Delta functions and distributions Steven G. Johnson, MIT course 18.303 notes, 2011 3) Understanding and Implementing the Finite Elements Method Mark S. Gockenbach, SIAM, 2006 Cap. 1 Some model PDE's Cap. 2 The weak form of a BVP Cap. 3 The Galerkin method Cap. 4 Piecewise polynomials and the finite element method (sections 4.1, 4.2) Cap. 5 Convergence of the finite element method (sections 5.1 ~ 5.4)

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Lezioni teoriche ed esercitazioni con software scientifico; una parte importante dell'insegnamento è dedicata alle esercitazioni. C01\_Rod1D\_traction. Esempio prototipo di problema ellittico. Introduzione alla forma integrale e al formato standard dei problemi di bilancio. C02\_Heat\_Equation. Esempio di problema parabolico. Introduzione ai problemi non stazionari; nozione di flusso, legame costitutivo anisotropo. Dissipazione. Nozione di compatibilità delle sorgenti. Nozione di vincolo in forma integrale (weak constraint). C03\_Heat\_Equation\_Conductive\_line. Primo esempio di accoppiamento multi-fisico; gerarchia delle strutture geometriche; associazione di un modello fisico ad un dominio C04a\_Heat\_2D\_Sphere. Primo esempio di dominio senza bordo: la sfera. Scompare la condizione al bordo; dominio curvo: definizione delle derivate tangenti. C04b\_Heat\_2D\_Torus. Secondo esempio di dominio senza bordo: il toro. C05\_Laplacian\_2D\_Ellipsoid\_Curvatures. Terzo esempio di dominio senza bordo: l'ellissoide. La relazione costitutiva è definita in funzione delle curvature principali della superficie. C06\_L2\_Norm. Studio della convergenza per un problema parabolico. Effetto delle funzioni di forma e della taglia del reticolo C07\_Iterative\_Solver. Gestione degli algoritmi di soluzione dei sistemi lineari; solutori iterativi e tecniche di pre-condizionamento. C08a\_Wave\_1D. Introduzione ai problemi non stazionari iperbolici. Conservazione energia e propagazione di onde elastiche C08b\_Wave\_1D\_InitialPulse. Equazione delle onde e risposta all'impulso. C08c\_Wave\_2D. Propagazione di onde in 2D. Mezzo anisotropo. C09a\_Convection\_Diffusion\_1D. Problema dell'interazione diffusione & convezione; instabilità delle soluzioni e metodi stabilizzanti C09b\_Convection\_Diffusion\_2D. Problema dell'interazione diffusione & convezione; raffinamento automatico della griglia di calcolo C10\_Stabilization. Problema oscillazioni per problemi diffusione & convezione; tecniche di stabilizzazione. C11\_Elastic\_Solid. Problema ellittico 3D per un campo vettoriale: la meccanica dei solidi e le distorsioni. C12\_Nonlinear\_Elastic\_Solid. La meccanica dei solidi non lineare e le grandi distorsioni. Soluzione con tecniche di continuazione. C13\_Segregated\_Solver. Problemi con accoppiamento unidirezionale e solutori segregati. C14\_Cylinder\_Flow. Problema parabolico 2D per un campo vettoriale: la meccanica dei fluidi. C15\_Navier\_Stokes\_L\_Junction\_2D. Esempio di meccanica dei fluidi. C16\_Buoyancy\_Free. Modello di trasporto con accoppiamento multi-fisico : calore trasportato da un fluido & fluido mosso da gradienti termici. C17\_Nematic\_Liquid\_Crystal. Esempio di problema con variabile di stato definita su una varietà curva. Accoppiamento campo nematico & campo elettrico. ATTENZIONE: Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare le lezioni si svolgeranno in modalità telematica.

## Modalità di valutazione

Gli studenti dovranno scegliere un argomento da sviluppare tra quelli presentati durante le lezioni. Dovranno quindi preparare un testo scritto in cui viene descritto il problema, e vengono discussi i risultati degli esperimenti numerici. ATTENZIONE: Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare gli esami si svolgeranno in modalità telematica.

## English

### Prerequisites

Basic knowledge of Calculus

### Programme

The purpose of this course is to give a brief introduction to the Finite Elements Method (FEM), a gold standard for the numerical solution of PDEs systems. Oddly enough, the widespread use of the FEM is not accompanied by an adequate knowledge of the mathematical framework underlying the method. This course, starting from the weak formulation of balance equations, will give an overview of the techniques used to reduce a differential problem into an algebraic one. During the course, some selected problems in mechanics and physics will be solved, covering the three main types of equations: elliptic, parabolic and hyperbolic. The course will cover the following topics: - Applied Linear Algebra. - Boundary Value Problems. - Initial Value Problems Moreover, the students will be introduced to the use COMSOL Multiphysics, a scientific software for numerical simulations based on the Finite Element Method.

### Reference books

1) Integral Form at a Glance, note a cura del docente 2) When functions have no value(s): Delta functions and distributions Steven G. Johnson, MIT course 18.303 notes, 2011 3) Understanding and Implementing the Finite Elements Method Mark S. Gockenbach, SIAM, 2006 Cap. 1 Some model PDE's Cap. 2 The weak form of a BVP Cap. 3 The Galerkin method Cap. 4 Piecewise polynomials and the finite element method (sections 4.1, 4.2) Cap. 5 Convergence of the finite element method (sections 5.1 ~ 5.4)

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20402249 - CH410- ELEMENTI DI CHIMICA

Canale:N0

Docente: IUCCI GIOVANNA

## Italiano

### Prerequisiti

Non ci sono particolari prerequisiti

### Programma

1. TEORIA ATOMICA E STRUTTURA DELL'ATOMO. ATOMI, MOLECOLE, MOLI. PESO ATOMICO E PESO MOLECOLARE. ATOMO DI RUTHERFORD, ATOMO DI BOHR, TEORIA QUANTISTICA, NUMERI QUANTICI E LIVELLI ENERGETICI; ATOMI POLIELETTRONICI, SISTEMA PERIODICO. 2. LEGAME CHIMICO. LEGAME IONICO. LEGAME COVALENTE: LEGAME SIGMA E LEGAME PI GRECO. MOLECOLE POLIATOMICHE. STRUTTURA MOLECOLARE. IBRIDAZIONE E RISONANZA. ORBITALE MOLECOLARE. LEGAME METALLICO. FORZE INTERMOLECOLARI. 3. NOMENCLATURA E REAZIONI CHIMICHE. OSSIDI, IDROSSIDI, ACIDI, SALI, IONI. BILANCIAMENTO DELLE REAZIONI CHIMICHE. 4. STATI DI AGGREGAZIONE. STATO GASSOSO E LEGGI DEI GAS. STATO SOLIDO: SOLIDI IONICI, MOLECOLARI, METALLICI, COVALENTI. CONDUTTORI, SEMICONDUCTORI, ISOLANTI. LIQUIDI ED AMORFI. CAMBIAMENTI DI STATO E DIAGRAMMI DI STATO. 5. SOLUZIONI. CONCENTRAZIONE DELLE SOLUZIONI. PROPRIETÀ COLLIGATIVE. SOLUZIONI DI Elettroliti. 6. TERMODINAMICA. MATERIA, ENERGIA, CALORE. PRIMO E SECONDO PRINCIPIO. ENTALPIA, ENTROPIA, ENERGIA LIBERA. 7. EQUILIBRIO CHIMICO. COSTANTE DI EQUILIBRIO ED ENERGIA LIBERA. EQUILIBRI IN FASE GASSOSA ED ETEROGENEA. PRINCIPIO DI LE CHATELIER. EQUAZIONE DI VAN'T HOFF. 8. EQUILIBRI IN SOLUZIONE. EQUILIBRI ACIDO-BASE: ACIDI E BASI, PH, COSTANTI DI DISSOCIAZIONE, ACIDI POLIPROTICI, IDROLISI, TAMPONI; TITOLAZIONI ACIDO-BASE, INDICATORI. EQUILIBRI DI SOLUBILITÀ: SOLUBILITÀ E PRODOTTO DI SOLUBILITÀ, EFFETTO DELLO IONE A COMUNE. 9. ELETTROCHIMICA. PILE, POTENZIALI ELETTRODICI, EQUAZIONE DI NERNST. ELETTROLISI. 10. CINETICA CHIMICA. VELOCITÀ DELLE REAZIONI CHIMICHE. COSTANTE DI VELOCITÀ. INFLUENZA DELLA TEMPERATURA INFLUENZA DELLA TEMPERATURA SULLA VELOCITÀ: EQUAZIONE DI ARRHENIUS. CATALIZZATORI. ESERCITAZIONI NUMERICHE SUGLI ARGOMENTI SVOLTI.

### Testi

M. Schiavello, L. Palmisano; FONDAMENTI DI CHIMICA. EDISES P. Michelin Lausarot, G.A. Vaglio; STECHIOMETRIA PER LA CHIMICA GENERALE. Piccin Editore

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Lezioni frontali ed esercitazioni numeriche. Sono previste due esercitazioni di laboratorio

### Modalità di valutazione

L'esame consiste di una prova scritta a cui segue un esame orale. La prova scritta consiste di 5 esercizi; ad ogni esercizio sono assegnati 6 punti. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare, si applicheranno le seguenti modalità: esame orale a distanza su piattaforma Teams.

## English

### Prerequisites

There are no particular prerequisites

### Programme

1. ATOMIC THEORY AND ATOMIC STRUCTURE. Atoms, molecules, moles; atomic and molecular weight. Atomic models: Rutherford, Bohr. Quantum theory, quantum numbers and energy levels. Polyelectronic atoms; periodic system. 2. CHEMICAL BONDS. Ionic bond. Covalent bond: and bonds. Polyatomic molecules: molecular structure. Hybridization and resonance. Molecular orbital. Metallic bond. Intermolecular forces. 3. NOMENCLATURE AND CHEMICAL REACTIONS. Oxides, hydroxides, acids, salts, ions. Balancing chemical reactions: redox reactions. 4. STATES OF AGGREGATION. Gas state, ideal gas law. Solid state: ionic, covalent, molecular and metallic solids. Conductors, semiconductors, insulators. Liquid and amorphous states. Phase transitions and phase diagrams. 5. THERMODYNAMICS. Matter, energy, heat, first and second principles; enthalpy, entropy, free energy. 6. SOLUTIONS. Concentration, colligative properties; electrolyte solutions. 7. CHEMICAL KINETICS. Reaction speed, speed constant. Influence of the temperature on the reaction speed: Arrhenius equation. Catalysts. 8. CHEMICAL EQUILIBRIUM. Equilibrium constant and free energy. Gas-phase and heterogeneous equilibria. Le Chatelier's principle. Van't Hoff equation. 9. EQUILIBRIA IN SOLUTION. Acid-base equilibria: acids and bases, pH, dissociation constant, polyprotic acids, hydrolysis, buffers. Acid-base titrations and pH indicators. Solubility equilibria: solubility product, common ion effect. 10. ELECTROCHEMISTRY. Batteries, electrode potentials, Nernst's equation. Electrolysis. Numerical exercises on all the listed subjects.

### Reference books

P.W. Atkins, L. Jones; CHEMISTRY: MOLECULES, MATTER, AND CHANGE

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

**20410346 - CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA**

**Docente:** MEROLA FRANCESCA

## Italiano

### Prerequisiti

Conoscenze di base di algebra.

### Programma

Introduzione alla crittografia. Cenni storici. Definizione di crittosistema. Cifrari classici. Introduzione alla crittoanalisi. Introduzione alla crittografia a chiave pubblica. Il crittosistema RSA. Test di primalità. Algoritmi di fattorizzazione. Alcuni attacchi all'RSA. Il problema del logaritmo discreto. Scambio della chiave di Diffie-Hellman. Il crittosistema di Elgamal. il crittosistema di Massey-Omura. Firma digitale. Cenni su alcuni protocolli crittografici.

### Testi

Baldoni, Ciliberto, Piacentini: Aritmetica, crittografia e codici D. Stinson: Cryptography - theory and practice

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

prova scritta: di norma 4 esercizi teorico/pratici, durata 2 ore e 30. prova orale: facoltativa per una votazione  $\leq 26$

## English

### Prerequisites

Basic knowledge of algebra.

### Programme

Introduction to cryptography. Classic ciphers. Introduction to cryptanalysis. Introduction to public-key cryptography. The RSA cryptosystem. Primality tests. Factorization algorithms. Some attacks on the RSA. The discrete logarithm problem. Diffie-Hellman key exchange. Elgamal cryptosystem. Massey-Omura cryptosystem. Digital signatures. Overview of some cryptographic protocols.

### Reference books

Baldoni, Ciliberto, Piacentini: Aritmetica, crittografia e codici D. Stinson: Cryptography - theory and practice

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410339 - FM210 - MECCANICA ANALITICA

**Docente:** GENTILE GUIDO

## Italiano

### Prerequisiti

Analisi Matematica 1 (AM110) e Analisi Matematica 2 (AM120)

### Programma

Sistemi meccanici conservativi. Analisi qualitativa del moto e stabilità secondo Ljapunov. Sistemi planari e sistemi meccanici unidimensionali. Moti centrali e problema dei due corpi. Cambiamento di sistemi di riferimento. Forze apparenti. Vincoli. Sistemi rigidi. Meccanica lagrangiana: principi variazionali, variabili cicliche, metodo di Routh, costanti del moto e simmetrie. Meccanica hamiltoniana: teorema di Liouville e teorema del ritorno di Poincaré, trasformazioni canoniche, funzioni generatrici, metodo di Hamilton-Jacobi e variabili azione-angolo.

### Testi

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, disponibile online G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, disponibile online

### Bibliografia di riferimento

V.I. Arnol'd, Metodi Matematici della Meccanica Classica. Editori Riuniti, (1979). G. Dell'Antonio, Elementi di Meccanica. Liguori Editore, (1996). A. Fasano & S. Marmi, Meccanica analitica. Bollati Boringhieri, (1994). G. Gallavotti, Meccanica Elementare. Bollati-Boringhieri, (1980). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Meccanica. Editori Riuniti, (1976).

### Modalità erogazione

Lezioni frontali, didattica integrativa e studio assistito (tutorato). [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

## Modalità di valutazione

L'esame consiste in una prova scritta, eventualmente sostituita da due prove di esonero in itinere, e in un successivo colloquio orale, in cui lo studente dovrà discutere gli argomenti trattati a lezione, con riferimento ai testi utilizzati e/o alle note distribuite a lezione. [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

## English

### Prerequisites

Mathematical Analysis 1 (AM110) and Mathematical Analysis 2 (AM120)

### Programme

Conservative mechanical systems. Qualitative analysis of motion and Lyapunov stability. Planar systems and one-dimensional mechanical systems. Central motions and the two-body problem. Change of frames of reference. Fictitious forces. Constraints. Rigid bodies. Lagrangian mechanics: variational principles, cyclic variables, Routh method, constants of motion and symmetries. Hamiltonian mechanics: Liouville's theorem and Poincaré's recurrence theorem, canonical transformations, generating functions, Hamilton-Jacobi method and action-angle variables.

### Reference books

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, available online  
G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, available online

### Reference bibliography

V.I. Arnol'd, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer (1989). A. Fasano & S. Marmi, Analytical Mechanics, Oxford University Press (2006). G. Gallavotti, The Elements of Mechanics, Springer (1983). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Mechanics, Pergamon Press (1960).

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410347 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA

( FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A )

**Docente:** GENTILE GUIDO

## Italiano

### Prerequisiti

Nessuno.

### Programma

Sistemi dinamici lineari. Oscillatore armonico forzato con o senza attrito. Insieme limite e cicli limite. Sistemi planari. Sistemi gradiente. Teoremi di stabilità. Equazioni di Lotka-Volterra. Equazione di van der Pol. Angoli di Eulero. Equazioni di Eulero per la dinamica del corpo rigido.

### Testi

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, disponibile online  
G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, disponibile online

### Bibliografia di riferimento

V.I. Arnol'd, Metodi Matematici della Meccanica Classica. Editori Riuniti, (1979). G. Dell'Antonio, Elementi di Meccanica. Liguori Editore, (1996). A. Fasano & S. Marmi, Meccanica analitica. Bollati Boringhieri, (1994). G. Gallavotti, Meccanica Elementare. Bollati-Boringhieri, (1980). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Meccanica. Editori Riuniti, (1976).

### Modalità erogazione

Lezioni frontali. [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

### Modalità di valutazione

L'esame consiste in un colloquio orale in cui lo studente dovrà discutere gli argomenti trattati a lezione, con riferimento ai testi utilizzati e/o alle note distribuite a lezione. [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

## English

### Prerequisites

None.

### Programme

Linear dynamic systems. Forced harmonic oscillation in the presence or absence of dissipation. Limit sets and limit cycles. Planar systems. Gradient systems. Stability theorems. Lotka-Volterra equations. Van der pol equation. Euler angles. Euler's equations

describing the dynamics of a rigid body.

### Reference books

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, available online  
G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, available online

### Reference bibliography

V.I. Arnol'd, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer (1989). A. Fasano & S. Marmi, Analytical Mechanics, Oxford University Press (2006). G. Gallavotti, The Elements of Mechanics, Springer (1983). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Mechanics, Pergamon Press (1960).

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410347 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA

( FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B )

**Docente:** GENTILE GUIDO

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessuno.

#### Programma

Trottola di Lagrange. Trasformazione canoniche. Parentesi di Poisson e condizione di Lie. Funzioni generatrici. Teoria delle perturbazioni. Equazione omologica. Sistemi isocroni e anisocroni. Serie di Birkhoff. Teoria perturbativa a tutti gli ordini per sistemi isocroni e teorema di Nechorošev. Teorema KAM.

#### Testi

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, disponibile online  
G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, disponibile online

#### Bibliografia di riferimento

V.I. Arnol'd, Metodi Matematici della Meccanica Classica. Editori Riuniti, (1979). G. Dell'Antonio, Elementi di Meccanica. Liguori Editore, (1996). A. Fasano & S. Marmi, Meccanica analitica. Bollati Boringhieri, (1994). G. Gallavotti, Meccanica Elementare. Bollati-Boringhieri, (1980). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Meccanica. Editori Riuniti, (1976).

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali. [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

#### Modalità di valutazione

L'esame consiste in un colloquio orale in cui lo studente dovrà discutere gli argomenti trattati a lezione, con riferimento ai testi utilizzati e/o alle note distribuite a lezione. [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

### English

#### Prerequisites

None.

#### Programme

Trottola di Lagrange. Trasformazione canoniche. Parentesi di Poisson e condizione di Lie. Funzioni generatrici. Teoria delle perturbazioni. Equazione omologica. Sistemi isocroni e anisocroni. Serie di Birkhoff. Teoria perturbativa a tutti gli ordini per sistemi isocroni e teorema di Nekhoroshev. Teorema KAM.

#### Reference books

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, available online  
G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, available online

#### Reference bibliography

V.I. Arnol'd, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer (1989). A. Fasano & S. Marmi, Analytical Mechanics, Oxford University Press (2006). G. Gallavotti, The Elements of Mechanics, Springer (1983). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Mechanics, Pergamon Press (1960).

#### Study modes

-

#### Exam modes

-



## 20410406 - FS110 - FISICA 1

**Docente:** GALLO PAOLA

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessuno

#### Programma

CINEMATICA DEL PUNTO MATERIALE. DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE. LEGGI DI NEWTON. DINAMICA DEL CENTRO DI MASSA. INVARIANZA GALILEIANA. CONSERVAZIONE DELL'IMPULSO. FORZE CONSERVATIVE. LAVORO. FORZE DI ATTRITO. DINAMICA DEI SOLIDI. MOMENTO DELLE FORZE E MOMENTO ANGOLARE. TENSORE DI INERZIA. PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA. SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA. REVERSIBILITÀ ED ENTROPIA, POTENZIALI TERMODINAMICI

#### Testi

MAZZOLDI P., NIGRO M., VOCI C. "FISICA" VOLUME I Casa Editrice EDISES

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali, esercitazioni e tutoraggio. Le lezioni frontali si svolgono alla lavagna. Il docente alterna teoria ad esempi ed esercizi esplicativi dei concetti. Il docente segue il libro di testo tranne per alcune parti per le quali si forniscono appunti del docente pubblicati sulla pagina web del corso. Le esercitazioni vengono svolte con cadenza settimanale. Gli esercizi vengono proposti e risolti alla lavagna. Gli stessi esercizi vengono poi pubblicati con le soluzioni sulla pagina web del corso. Il tutoraggio è svolto da due tutori che assistono le studentesse e gli studenti sia proponendo loro degli esercizi che svolgono insieme sia rispondendo a qualsiasi chiarimento su esercizi svolti da loro. Gli esercizi proposti dai tutori con le soluzioni vengono pubblicati successivamente sulla pagina web del corso. <http://webusers.fis.uniroma3.it/~gallo/> Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare per le lezioni e per le esercitazioni si applicheranno le seguenti modalità: lezioni online in diretta su teams come descritto sopra.

#### Modalità di valutazione

Prova scritta e prova orale separate. La prova scritta si può superare sostenendo i due esoneri che sono proposti durante il corso. Il primo esonero riguarda esercizi relativi agli argomenti della prima metà del corso e il secondo esercizi relativi alla seconda metà. In ciascun esonero vengono proposti due esercizi da svolgere in due ore. La prova scritta si può superare sostenendo altrimenti lo scritto nelle date degli appelli. Verranno proposti tre esercizi da risolvere in tre ore che spazieranno su tutto il programma. E' consentito l'uso della calcolatrice e di un formulario. Prove relative agli anni precedenti (esoneri e scritti) sono pubblicate sul sito del corso. Durante la prova orale verranno chiesti due o tre argomenti. La candidata o il candidato deve esporre ciascun argomento in maniera chiara e deve ricavare le formule che lo descrivono su un foglio. Verranno valutate il livello di comprensione del fenomeno e la chiarezza espositiva.

### English

#### Prerequisites

None

#### Programme

Cinematic of the material point. Dynamics of the material point. Newton's laws. Center of mass dynamics. Galileian invariance. momentum conservation. Conservative forces. Work. Friction. Dynamics of solid bodies. Torques, forces and angular moments. Inertia tensor. First principle of thermodynamics, second principle of thermodynamics, entropy and reversibility, thermodynamics potentials.

#### Reference books

MAZZOLDI P., NIGRO M., VOCI C. "FISICA" VOLUME I Casa Editrice EDISES

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410333 - FS220-FISICA 2

**Docente:** PLASTINO WOLFANGO

### Italiano

#### Prerequisiti

Analisi Matematica

#### Programma

Elettrostatica nel vuoto: carica elettrica e legge di Coulomb. Campo elettrico. Campo elettrostatico generato da sistemi di cariche. Teorema di Gauss Potenziale elettrico. Dipolo elettrico. Sistemi di conduttori e campo elettrostatico: campo elettrostatico e distribuzioni di carica nei conduttori. Capacità elettrica. Sistemi di condensatori. Energia del campo elettrostatico. Il problema generale dell'elettrostatica nel vuoto e sua soluzione in alcuni casi notevoli. Elettrostatica in presenza di dielettrici: la costante dielettrica. Interpretazione microscopica. Vettore polarizzazione elettrica  $P$ . Le equazioni ed il problema generale dell'elettrostatica in presenza di dielettrici Energia elettrostatica in presenza di dielettrici. Corrente elettrica stazionaria: conduttori; corrente elettrica. Densità di corrente ed equazione di continuità. Resistenza elettrica e legge di Ohm. Fenomeni dissipativi. Forza elettromotrice e generatori elettrici. Circuiti in corrente continua. Cariche su conduttori percorsi da corrente. Conduzione elettrica nei liquidi e gas. Fenomeni magnetici stazionari nel vuoto: forza di Lorentz e vettore induzione magnetica  $B$ . Azioni meccaniche su circuiti percorsi da corrente stazionaria in un campo magnetico esterno. Campo  $B_0$  generato da correnti stazionarie nel vuoto. Proprietà del vettore induzione magnetica  $B_0$  nel caso stazionario. Potenziali magnetostatici. Interazioni fra circuiti percorsi da corrente stazionaria. Effetto Hall. Magnetismo nella materia: polarizzazione magnetica e sue relazioni con le correnti microscopiche. Equazioni fondamentali della magnetostatica in presenza di materia e le condizioni di raccordo per  $B$  ed  $H$ . Sostanze diamagnetiche, paramagnetiche, ferromagnetiche. Interpretazione microscopica dei fenomeni di magnetizzazione della materia. Circuiti magnetici, elettromagneti e magneti permanenti. Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo: induzione elettromagnetica. Legge di Faraday-Neumann. Flusso tagliato. Flusso concatenato. Fenomeno della autoinduzione e induzione mutua. Energia magnetica ed azioni meccaniche. Correnti alternate: grandezze alternate. Metodo simbolico. Fenomeno della risonanza. Potenza assorbita. Onde elettromagnetiche: equazioni di Maxwell. Equazione delle onde elettromagnetiche. Onde piane e sferiche. Onde elettromagnetiche nei dielettrici e nei conduttori. Spettro delle onde elettromagnetiche. Conservazione dell'energia e vettore di Poynting. Quantità di moto di un'onda elettromagnetica. Pressione di radiazione. Densità di quantità di moto del campo elettromagnetico. Potenziali del campo elettromagnetico. Fenomeni classici di interazione radiazione e materia: riflessione e rifrazione delle onde elettromagnetiche. Dispersione della luce. Radiazione polarizzata. Principio di Huygens-Fresnel e teorema di Kirchhoff. Interferenza; diffrazione. Ottica geometrica: raggi luminosi. Specchi. Diottri. Lenti. Fotoni e materia: teoria classica della radiazione di corpo nero. Legge di Planck per lo spettro di corpo nero. Effetto fotoelettrico. Effetto Compton. Dualismo particella-onda. Introduzione ai concetti di meccanica quantistica.

## Testi

C. Mencuccini, V. Silvestrini, Fisica - Elettromagnetismo Ottica. Casa Editrice Ambrosiana, (2016)

## Bibliografia di riferimento

E. Amaldi, R. Bizzarri, G. Pizzella, Fisica Generale. Elettromagnetismo, Relatività, Ottica. Zanichelli (1986)

## Modalità erogazione

Il metodo di insegnamento principale è costituito da lezioni frontali finalizzate all'acquisizione delle conoscenze fondamentali per il conseguimento degli obiettivi formativi. La partecipazione degli studenti alle attività didattiche è facoltativa. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19, saranno recepite tutte le disposizioni relative alle modalità di svolgimento delle attività didattiche.

## Modalità di valutazione

La verifica di apprendimento avviene attraverso due prove scritte intermedie, ciascuna di 3 ore, per la soluzione di 3 problemi. Al termine del corso, per gli Studenti che non hanno superato le prove in itinere, la verifica di apprendimento avviene attraverso una prova scritta di 3 ore, per la soluzione di 3 problemi. Inoltre, la verifica dell'apprendimento avviene attraverso una prova orale della durata di circa 1 ora, finalizzata a verificare il livello di comprensione effettiva dei concetti e la capacità degli studenti di applicarli in contesti reali. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19, saranno recepite tutte le disposizioni relative alle modalità di valutazione degli studenti.

## English

## Prerequisites

Differential Calculus Integral Calculus

## Programme

Electrostatics in vacuum: electric charge and Coulomb's law. Electric field. Electrostatic field generated by charge systems. Gauss theorem. Electrical potential. Electric dipole. Conductor systems and electrostatic field: electrostatic field and charge distributions in conductors Electrical capacity Capacitor systems. Electrostatic field energy. The general problem of electrostatics in vacuum and its solution in some notable cases. Electrostatics in the presence of dielectrics: the dielectric constant. Microscopic interpretation. Vector electric polarization  $P$ . The equations and the general problem of electrostatics in the presence of dielectrics. Electrostatic energy in the presence of dielectrics. Stationary electrical current: conductors. Electric current. Current density and continuity equation. Electrical resistance and Ohm's law. Dissipative phenomena. Electromotive force and electric generators. Constant current circuits. Charges on conductors run by current. Electrical conduction in liquids and gases. Magnetic stationary phenomena in vacuum: Lorentz force and magnetic induction vector  $B$ . Mechanical actions on circuits driven by stationary current in an external magnetic field.  $B_0$  field generated by stationary currents in vacuum. Properties of the magnetic induction vector  $B_0$  in the stationary case. Magnetostatic potential. Interactions between circuits driven by stationary current. Hall effect. Magnetism in matter: magnetic polarization and its relations with microscopic currents. Fundamental equations of magnetostatics in the presence of matter and connection conditions for  $B$  and  $H$ . Diamagnetic, paramagnetic, ferromagnetic substances. Microscopic interpretation of the matter magnetization phenomena. Magnetic circuits, electromagnets and permanent magnets. Variable electric and magnetic fields: electromagnetic induction. Faraday-Neumann's law. Self-induction and mutual induction. Magnetic energy and mechanical actions. Alternating currents: symbolic method. Resonance phenomenon. Absorbed power. Electromagnetic waves: Maxwell equations. Electromagnetic wave equation. Electromagnetic waves in dielectrics and conductors. Spectrum of electromagnetic waves. Energy conservation and Poynting vector. Momentum of an electromagnetic wave. Radiation pressure. Electromagnetic field motion density. Potentials of the electromagnetic field. Classical phenomena of radiation and matter interaction: reflection and refraction of electromagnetic waves. Light scattering. Polarized radiation. Huygens-Fresnel principle and Kirchhoff's theorem. Interference. Diffraction. Geometrical optics: rays. Mirrors. Dioptr. Lenses. Photons and matter: classical theory of black body radiation. Planck's law for the black body spectrum. Photoelectric effect. Compton effect. Particle-wave dualism. Introduction to the concepts of quantum mechanics.

## Reference books

C. Mencuccini, V. Silvestrini, Fisica - Elettromagnetismo Ottica. Casa Editrice Ambrosiana, (2016)

## Reference bibliography

E. Amaldi, R. Bizzarri, G. Pizzella, Fisica Generale. Elettromagnetismo, Relatività, Ottica. Zanichelli (1986)

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410069 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA

**Docente:** DI NARDO ROBERTO

### Italiano

#### Prerequisiti

frequenza dei corsi di fisica generale FS110 (Fisica I) e FS220 (Fisica II)

#### Programma

Grandezze Fisiche. Grandezze fisiche Intensive ed Estensive. Misure dirette e indirette. Grandezze di Base e Derivate. Unità di misura. Sistemi di unità di misura. Cambiamento di unità di misura. Dimensioni fisiche principio di omogeneità e analisi dimensionale. Strumenti di misura. Strumenti Analogici e Digitali. Caratteristiche degli strumenti di misura: Portata, Soglia, Risoluzione, Linearità e Sensibilità. Accuratezza e Precisione degli strumenti. Incertezza nella misurazione. Definizione di Errore di misura. Errori casuali ed errori sistematici. Concetto di incertezza di misura. Cause delle incertezze. Incertezze di Tipo A e Tipo B. Analisi grafica dei dati Uso di Tabelle e grafici per la rappresentazione e l'analisi preliminare dei dati senza l'ausilio degli strumenti statistici. Grafici lineari, semi-logaritmici, doppio-logaritmici. Istogrammi. Propagazione delle incertezze. Incertezza nelle misurazioni indirette. Propagazione delle incertezze per grandezze indipendenti. Variabili casuali correlate. Definizione di coefficiente di correlazione. Propagazione delle incertezze per grandezze correlate Programma di laboratorio - Misurazioni di grandezze fondamentali: massa, lunghezza, tempo – Determinazione dell'incertezza sulla misura: sensibilità dello strumento, -Deviazione standard in misure ripetute, propagazione delle incertezze - Incertezza sulla media in misure ripetute e dipendenza dalle dimensioni del campione – Studio del pendolo semplice: verifica dell'indipendenza del periodo dalla massa, studio della dipendenza del periodo dalla lunghezza, misura di g – Studio del moto di un carrello sul piano inclinato, effetto dell'attrito, misura di g - Studio statico e dinamico della costante elastica di una molla – Misurazione di resistenze con metodo voltamperometrico, studio di un partitore resistivo – Studio della diffrazione, verifica della legge di Snell

#### Testi

materiale che verrà fornito durante il corso dai docenti

#### Bibliografia di riferimento

John R. Taylor - "Introduzione all'analisi degli errori. Lo studio delle incertezze nelle misure fisiche"

#### Modalità erogazione

lezioni frontali in aula per gli aspetti teorici e l'introduzione alle misure di laboratorio, progettazione e realizzazione di misure in laboratorio per la didattica a distanza consultare : <https://matematicafisica.el.uniroma3.it/course/view.php?id=24>

#### Modalità di valutazione

presentazione di un modulo didattico per scuole medie (inferiori o superiori) che includa la discussione di un'esperienza di laboratorio

### English

#### Prerequisites

attendance to the general physics courses FS110 (Fisica I) and FS220 (Fisica II)

#### Programme

Physical quantities. Intensive and extensive physical quantities. Direct and indirect measurements. Basic and derived quantities. Units of measurement. Units of measurement systems. Change of units. Dimensions, physical principle of homogeneity and dimensional analysis. Measurement tools. Analogical and Digital Instruments. Characteristics of the instruments: Range, Threshold, Resolution, Linearity and Sensitivity. Accuracy and Precision. Uncertainty in measurements. Definition of measurement error. Random errors and systematic errors. Concept of measurement uncertainty. Causes of uncertainties. Uncertainties of Type A and Type B. Graphical analysis of data. Usage of tables and graphs for representation and preliminary analysis of data without the use of statistical tools. Linear, semi-logarithmic graphs, Double-logarithmic. Histograms. Propagation of uncertainties. Uncertainty in indirect measurements. Propagation of uncertainties for independent quantities. Correlated random variables. Definition of correlation coefficient. Propagation of uncertainties for correlated quantities. Laboratory program - Measurements of fundamental quantities: mass, length, time - Determination of measurement uncertainty: sensitivity of the instrument, - Standard deviation in repeated measurements, propagation of uncertainties - Uncertainty on the average in repeated measurements and dependence on sample size - Study of the pendulum: verification of the independence of the period from the mass, study of the dependence of the period on the length, measurement of g - Study of the motion of a cart on the inclined plane, effect of friction, measurement of g - Static and dynamic study of the elastic constant of a spring - Measurement of resistances with voltamperometric method, study of a resistive voltage divider - Study of diffraction, verification of Snell's law

#### Reference books

notes distributed during the classes

#### Reference bibliography

John R. Taylor - "Introduzione all'analisi degli errori. Lo studio delle incertezze nelle misure fisiche"

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410335 - GE110-GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE 1

**Docente:** LOPEZ ANGELO

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenze di Matematica di base quali quelle necessarie all'accesso al corso di Laurea

#### Programma

Matrici - Sistemi di equazioni lineari - Spazi vettoriali - Sottospazi - Basi - Dimensione - Rango - Determinanti - Spazi affini - Sottospazi - Geometria in un piano affine - Geometria in uno spazio affine di dimensione 3 - Applicazioni lineari - Applicazioni lineari e matrici - Cambiamenti di coordinate - Operatori lineari e matrici quadrate - Autovettori, autovalori e loro calcolo - Diagonalizzabilità delle degli operatori lineari e delle matrici quadrate attraverso lo studio degli autospazi.

#### Testi

E. Sernesi: Geometria I, Bollati Boringhieri (1989)

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Il corso avverrà con la consueta lezione in classe. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare si potranno avere sia lezioni in classe che in remoto, ed esami in remoto.

#### Modalità di valutazione

L'esame avverrà con una classica prova scritta ed orale

### English

#### Prerequisites

Basic knowledge of Math., such as the one necessary to access the Math. studies program

#### Programme

Matrices - Linear systems - Vector Spaces - Subspaces - Bases - Dimension - Rank - Determinants - Affine Spaces - Subspaces - Geometry in an affine plane - Geometry in an affine space of dimension 3 - Linear maps - Matrices and linear maps - Change of coordinates - Linear operators and square matrices - Eigenvectors, eigenvalues and their computation - Diagonalization of linear operators and of square matrices via the study of eigenspaces.

#### Reference books

E. Sernesi: Geometria I, Bollati Boringhieri (1989)

#### Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20402104 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1

**Docente:** LOPEZ ANGELO

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenze di base di topologia ed algebra

#### Programma

Spazi affini Topologia di Zariski. Chiusi affini ed ideali radicali. Teorema degli zeri di Hilbert. Corrispondenza tra chiusi e ideali radicali. Spazi topologici noetheriani. Chiusi irriducibili, componenti irriducibili. Funzioni regolari su chiusi affini. Applicazioni regolari, isomorfismi. Aperti principali. Esempi. Le proiezioni sono aperte. Morfismi finiti. Varietà Spazi proiettivi e topologia di Zariski su essi. Varietà quasi-proiettive. Applicazioni razionali e regolari. Ipersuperfici proiettive. Equivalenza birazionale. Aperti principali e chiusi affini. Varietà affini. Dimensione di varietà quasi-proiettive. Morfismi finiti e genericamente finiti. Caratterizzazioni dell'equivalenza birazionale. Caratterizzazione di morfismi genericamente finiti. Insiemi costruibili e teorema di Chevalley. Ogni varietà è birazionale ad

un'ipersuperficie. Geometria locale L'anello locale di una varietà in un suo punto. Spazio cotangente. Spazio tangente. Punti singolari e non singolari.

### Testi

L. Caporaso Introduzione alla geometria algebrica Appunti del corso disponibili su richiesta all'autrice I. Shafarevich Basic Algebraic geometry Springer-Verlag, Berlin, 1994

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Il corso avverrà con la consueta lezione in classe. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare si potranno avere sia lezioni in classe che in remoto, ed esami in remoto.

### Modalità di valutazione

L'esame si svolge, di norma, in forma seminariale esponendo un argomento di approfondimento concordato e seguito dal docente ed in presenza degli altri studenti.

### English

#### Prerequisites

Basic knowledge in topology and algebra

#### Programme

Affine Spaces Zariski topology. Affine closed subsets and radical ideals. Theorem of the zeros of Hilbert. Correspondence between closed subsets and radical ideals. Noetherian topological spaces. Irreducible closed subsets, irreducible components. Regular functions of affine closed subsets. Regular maps, isomorphisms. Principal open subsets. Examples. Projections are open. Finite morphisms. Varieties Projective spaces and their Zariski topology. Quasi-projective varieties. Rational and regular maps. Projective hypersurfaces. Birational equivalence. Principal open subsets and affine closed subsets. Affine varieties. Dimension of quasi-projective varieties. Finite and generically finite morphisms. Characterizations of birational equivalence. Characterization of generically finite morphisms. Constructible sets, Chevalley's theorem. Every variety is birational to a hypersurface. Local geometry Local ring of a variety in a point. Zariski cotangent space. Zariski tangent space. Singular and non singular points.

#### Reference books

L. Caporaso Introduction to algebraic geometry Notes of the course I. Shafarevich Basic Algebraic geometry Springer-Verlag, Berlin, 1994

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20402104 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1

Canale:N0

Docente: LOPEZ ANGELO

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenze di base di topologia ed algebra

#### Programma

Spazi affini Topologia di Zariski. Chiusi affini ed ideali radicali. Teorema degli zeri di Hilbert. Corrispondenza tra chiusi e ideali radicali. Spazi topologici noetheriani. Chiusi irriducibili, componenti irriducibili. Funzioni regolari su chiusi affini. Applicazioni regolari, isomorfismi. Aperti principali. Esempi. Le proiezioni sono aperte. Morfismi finiti. Varietà Spazi proiettivi e topologia di Zariski su essi. Varietà quasi-proiettive. Applicazioni razionali e regolari. Ipersuperfici proiettive. Equivalenza birazionale. Aperti principali e chiusi affini. Varietà affini. Dimensione di varietà quasi-proiettive. Morfismi finiti e genericamente finiti. Caratterizzazioni dell'equivalenza birazionale. Caratterizzazione di morfismi genericamente finiti. Insiemi costruibili e teorema di Chevalley. Ogni varietà è birazionale ad un'ipersuperficie. Geometria locale L'anello locale di una varietà in un suo punto. Spazio cotangente. Spazio tangente. Punti singolari e non singolari.

### Testi

L. Caporaso Introduzione alla geometria algebrica Appunti del corso disponibili su richiesta all'autrice I. Shafarevich Basic Algebraic geometry Springer-Verlag, Berlin, 1994

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Il corso avverrà con la consueta lezione in classe. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare si potranno avere sia lezioni in classe che in remoto, ed esami in remoto.

### Modalità di valutazione

L'esame si svolge, di norma, in forma seminariale esponendo un argomento di approfondimento concordato e seguito dal docente ed in presenza degli altri studenti.

### English

#### Prerequisites

Basic knowledge in topology and algebra

#### Programme

Affine Spaces Zariski topology. Affine closed subsets and radical ideals. Theorem of the zeros of Hilbert. Correspondence between closed subsets and radical ideals. Noetherian topological spaces. Irreducible closed subsets, irreducible components. Regular functions of affine closed subsets. Regular maps, isomorphisms. Principal open subsets. Examples. Projections are open. Finite morphisms. Varieties Projective spaces and their Zariski topology. Quasi-projective varieties. Rational and regular maps. Projective hypersurfaces. Birational equivalence. Principal open subsets and affine closed subsets. Affine varieties. Dimension of quasi-projective varieties. Finite and generically finite morphisms. Characterizations of birational equivalence. Characterization of generically finite morphisms. Constructible sets, Chevalley's theorem. Every variety is birational to a hypersurface. Local geometry Local ring of a variety in a point. Zariski cotangent space. Zariski tangent space. Singular and non singular points.

#### Reference books

L. Caporaso Introduction to algebraic geometry Notes of the course I. Shafarevich Basic Algebraic geometry Springer-Verlag, Berlin, 1994

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410193 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE

**Docente:** TARTARONE FRANCESCA

### Italiano

#### Prerequisiti

Elementi di algebra e geometria del primo biennio del CdS in Matematica

#### Programma

Testi da definire

#### Testi

Testi da definire

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Il corso si svolgerà con lezioni frontali, esercitazioni e tutoraggio Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. Qualora fosse necessario, per la didattica a distanza si utilizzerà la piattaforma Microsoft Teams.

#### Modalità di valutazione

L'esame consisterà in una prova scritta ed una orale al termine del corso. Durante il corso sono previste due prove scritte in itinere che saranno valutate come prova scritta dell'esame. A coloro che supereranno entrambe le prove in itinere con una votazione superiore a 18/30 (per ogni prova) la docente proporrà un voto per verbalizzare l'esame senza la necessità di sostenere una prova orale. Tale proposta potrà anche essere rifiutata dagli studenti nel caso volessero sostenere una prova orale per tentare di migliorare il risultato finale. L'orale si rende comunque necessario per chi vuole ambire alla Lode. La prova scritta (comprese le valutazioni in itinere) consiste di 5/6 esercizi pratico/teorici da svolgere in 2,30/3 ore.

### English

#### Prerequisites

Elements of algebra and geometry of the first two years of the degree in Mathematics

#### Programme

-

**Reference books**

-

**Reference bibliography**

-

**Study modes**

-

**Exam modes**

-