

### **INDICE**

Art. I	Oggetto e finalità del Regolamento	4
Art. 2	Obiettivi formativi specifici	2
Art. 3	Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati	5
Art. 4	Ammissione al Corso di laurea Magistrale in Matematica	4
Art. 5	Crediti formativi universitari	6
Art. 6	Organizzazione didattica	7
Art. 7	Verifica dell'apprendimento e acquisizione dei CFU	8
Art. 8	Attività autonomamente scelte	8
Art. 9	Prova finale e conseguimento del titolo di studio	9
Art. 10	Valutazione dell'attività didattica	9
Art. 11	Tutorato	9
Art. 12	2 Riconoscimento crediti	10
Art. 13	Mobilità studentesca e studi compiuti all'estero	10
Art. 14	4 Studenti fuori corso, interruzione degli studi, studenti impegnati a tempo parziale	11
Art. 15	5 Docenti di Riferimento	11
Art. 16	6 Rinyii	11

ALLEGATO 1: Ordinamento didattico del corso di Laurea Magistrale in Matematica a.a. 2021/2022

ALLEGATO 2: Offerta didattica programmata coorte 2021/2022

ALLEGATO 3: Offerta didattica erogata a.a. 2021/2022 ALLEGATO 4: Schede Insegnamento a.a. 2021/2022

### Art. 1 – Oggetto e finalità del Regolamento

- 1. Il Corso di Laurea Magistrale in Matematica rientra nella Classe delle lauree magistrali in "Matematica" LM-40. La struttura didattica responsabile del corso di studi è il Dipartimento di Matematica e Fisica dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", di seguito denominato Dipartimento.
- 2. Le attività didattiche del corso di Laurea Magistrale in Matematica sono organizzate e gestite dal Consiglio dei Corsi di Studio Aggregati in Matematica (CCSA). I compiti del CCSA sono disciplinati nell'Art. 33 dello Statuto d'Ateneo.
- 3. Il presente Regolamento Didattico del corso di studio specifica gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea Magistrale in Matematica in conformità con l'ordinamento didattico, ai sensi di quanto previsto dall'art. 12, comma primo, del D.M. n. 270/2004 e dall'art. 6, comma primo, del D.M. n. 47/2013 e nel rispetto delle prescrizioni contenute nel Regolamento Didattico di Ateneo (RDA). Il Regolamento Didattico è deliberato dal Dipartimento, nel rispetto della libertà di insegnamento, nonché dei diritti e doveri dei docenti e degli studenti.
- 4. L'ordinamento didattico in vigore del Corso di Laurea Magistrale in Matematica è riportato nell'Allegato 1 così come risulta dal sito ministeriale della Scheda SUA-CdS nella Sezione F del quadro Amministrazione. Il quadro delle attività formative e la programmazione degli insegnamenti per la coorte di riferimento sono riportate nell'Allegato 2, secondo lo schema della banca dati ministeriale della Scheda SUA-CdS nella Sezione Offerta didattica programmata. Infine, la programmazione annuale degli insegnamenti, così come risulta dalla banca dati ministeriale della Scheda SUA-CdS nella Sezione Offerta didattica erogata, è riportata nell'Allegato 3. Le schede insegnamento degli insegnamenti erogati sono riportate nell'Allegato 4.
- 5. Gli allegati indicati formano parte integrante del presente regolamento.

### Art. 2 – Obiettivi formativi specifici del corso di laurea Magistrale in Matematica

- 1. Il Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli" ha lo scopo di formare laureati che abbiano una solida preparazione culturale nei vari settori della Matematica, nonché approfondite competenze nell'ambito degli aspetti applicativi della Matematica, congiuntamente a una duttilità e flessibilità delle conoscenze acquisite. Tali obiettivi formativi mirano a creare figure professionali in grado sia di svolgere attività nel campo della diffusione della cultura scientifica e dell'insegnamento sia di svolgere funzioni di elevata responsabilità nella costruzione e nello sviluppo computazionale di modelli matematici di varia natura, in diversi ambiti applicativi scientifici, economici, ambientali, sanitari, industriali, finanziari.
- 2. Per fare acquisire al laureato Magistrale in Matematica le suddette conoscenze e competenze, il Corso di Laurea Magistrale in Matematica:
- prevede attività formative finalizzate all'ampliamento della cultura matematica nei settori dell'Algebra, della Geometria, dell'Analisi Matematica, della Statistica Matematica, della Fisica Matematica, dell'Analisi Numerica;
- comprende attività formative mirate all'approfondimento di tematiche avanzate in alcuni settori della Matematica;
- comprende attività formative che privilegiano gli aspetti modellistico-computazionali, con particolare attenzione alle varie applicazioni della Matematica;
- consente di approfondire la conoscenza della lingua inglese, nell'ambito specifico di competenza e

per lo scambio di informazioni generali.

3. I risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio, sono:

### a) Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

I Dottori Magistrali in Matematica affiancano a una solida e approfondita cultura nelle diverse aree della Matematica una appropriata conoscenza del metodo scientifico di indagine e degli aspetti applicativi della varie discipline della classe. Inoltre, il laureto Magistrale in Matematica ha la capacità di sviluppare e applicare metodi e modelli matematici per la risoluzione di problemi concreti in vari campi applicativi. In particolare, il progetto formativo del Corso di Laurea Magistrale in Matematica prevede che i laureati abbiano:

- conoscenze approfondite e capacità di utilizzo delle varie discipline matematiche di base;
- conoscenze specialistiche in alcuni settori della matematica, che possono essere di supporto in altre discipline scientifiche;
- capacità di elaborare e applicare nuove idee, spesso in un contesto di ricerca;
- conoscenza approfondita e adeguata padronanza del metodo scientifico generale;
- conoscenza relative ai modelli matematici per la descrizione di fenomeni fisici;
- adeguata conoscenza dei metodi e delle tecniche del Calcolo Scientifico;
- competenze computazionali e informatiche;
- capacità di leggere e comprendere testi avanzati e specialistici di Matematica, e di consultare articoli di ricerca.

Le sopraelencate conoscenze e capacità di comprensione sono conseguite dalla studente mediante:

- la partecipazione alle lezioni tenute nell'ambito dei corsi di insegnamento;
- la partecipazione ad attività di laboratorio con l'utilizzo di strumenti avanzati di calcolo scientifico;
- l'attività di studio individuale;
- l'approfondimento di alcuni argomenti trattati nei vari corsi di insegnamento;
- discussioni individuali o collegiali con i docenti;
- la partecipazione a seminari sia organizzati nell'ambito dei corsi sia organizzati nell'ambito delle attività seminariali del Dipartimento;
- la consultazione di testi avanzati di Matematica e la lettura e l'analisi di articoli di rassegna e di ricerca.

La verifica della acquisizione delle conoscenze e delle capacità di comprensione avviene di norma tramite il superamento delle prove di esame dei singoli corsi di insegnamento, effettuate sia durante lo svolgimento del corso sia a sua conclusione. È anche prevista la presentazione, in forma scritta o orale, di argomenti analizzati mediante la consultazione di testi e la lettura di articoli.

# b) Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding) Coloro che conseguono la Laurea Magistrale in Matematica sono in grado di:

- produrre dimostrazioni originali e rigorose di risultati matematici;
- analizzare, comprendere e risolvere problemi a tematiche nuove o non familiari, anche inserite in contesti interdisciplinari connessi alla Matematica;
- -formulare matematicamente un problema complesso, e utilizzare questa descrizione per analizzarlo e risolverlo;
- applicare le metodologie e le tecniche del problem solving;
- estrarre informazioni qualitative da dati qualitativi;
- progettare e realizzare studi sperimentali e interpretarne i risultati;
- utilizzare in modo efficiente strumenti informatici e computazionali.

Il raggiungimento delle suddette capacità si ottiene mediante:

- lo svolgimento di esercizi relativi sia alla dimostrazione di risultati matematici sia alla risoluzione di problemi con vario grado di difficoltà;
- l'analisi dei modelli matematici più diffusi nelle scienze applicate;
- la presentazione e discussione dei risultati ottenuti da sperimentazioni numeriche;

- le attività e gli studi relativi alla prova finale.

La verifica delle capacità acquisite avviene mediante prove di esame (prova scritta, prova pratica di laboratorio, prova orale) dei singoli corsi di insegnamento, effettuate sia durante lo svolgimento del corso sia a sua conclusione. Le capacità di applicare conoscenza e comprensione possono anche essere dimostrate dagli studenti con lo studio di specifici argomenti e relativa presentazione in forma seminariale, attraverso le eventuali esperienze di tirocinio formativo e durante le attività per la preparazione della tesi.

### c) Autonomia di giudizio (making judgements)

La duttilità e flessibilità delle conoscenze e competenze acquisite consente ai laureati Magistrali in Matematica di affrontare problematiche e attività con un elevato grado di autonomia di giudizio. In particolare, il laureato Magistrale in Matematica:

- è in grado di verificare la correttezza di dimostrazioni e di argomentazioni logiche, e di individuare e correggere ragionamenti errati;
- possiede autonomia di giudizio in relazione a metodi e modelli matematici per la descrizione e la risoluzione di problemi che si presentano anche in altre discipline;
- ha la capacità di raccogliere e interpretare dati scientifici ritenuti utili a determinare valutazioni autonome;
- possiede la capacità di identificare, raccogliere e elaborare in modo autonomo le informazioni utili ad affrontare nuove problematiche.

La preparazione della presentazione di argomenti specifici in forma seminariale, l'elaborazione di progetti, le attività di esercitazione e di laboratorio offrono allo studente le occasioni per sviluppare in modo autonomo le proprie capacità decisionali e di giudizio.

La preparazione della tesi di Laurea Magistrale, da svolgersi sotto la guida di un tutore, completa il percorso formativo anche per quanto riguarda la capacità di analizzare e elaborare informazioni limitate o incomplete in modo autonomo e critico. L'esame di Laurea Magistrale permette di valutare l'autonomia di giudizio raggiunta dallo studente.

### d) Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato Magistrale in Matematica è in grado di comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità problemi, idee e conclusioni riguardanti la Matematica a interlocutori specialisti e non. Inoltre, è capace di usare la lingua inglese, in aggiunta all'italiano, nell'ambito delle attività e dei rapporti professionali. Infine, il laureato Magistrale in Matematica è in grado di dialogare con esperti di altre discipline, fornendo un fattivo contributo nella formulazione di descrizioni e modelli matematici di situazioni di interesse applicativo e nella soluzione di problemi complessi.

Le sopraelencate abilità sono conseguite dallo studente di Matematica attraverso una costante interazione con i docenti e con gli altri studenti durante lo svolgimento dei corsi di insegnamento. Lo sviluppo delle capacità comunicative, sia in forma scritta che orale, è stimolato e verificato attraverso il lavoro individuale o di gruppo su semplici progetti proposti durante le esercitazioni, sia in aula sia in laboratorio, e attraverso il coinvolgimento degli studenti in cicli di lezioni e attività seminariali su argomenti legati ai programmi dei singoli corsi. La valutazione della tesi finale contribuisce alla verifica della acquisizione delle abilità comunicative.

### e) Capacità di apprendimento (learning skills)

Coloro che conseguono la Laurea Magistrale in Matematica hanno sviluppato quelle capacità di apprendimento che consentono loro di aggiornare continuamente e in modo autonomo le proprie conoscenze e competenze. Ciò permette al laureato Magistrale non solo un immediato e qualificato inserimento nel mondo del lavoro ma anche l'accesso a successivi corsi di studio, sia in Matematica che in settori scientifici affini. Durante l'intero percorso formativo, le ore dedicate allo studio individuale, le prove di verifica previste nei singoli corsi di insegnamento, nonché la preparazione della tesi finale, che di norma richiede allo studente l'approfondimento personale di argomenti non trattati durante i corsi, offrono allo studente la possibilità di verificare e migliorare continuamente la propria capacità di apprendimento.

### Art. 3 – Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati in Matematica

1. I laureati Magistrali in Matematica hanno conoscenze, capacità e competenze adattabili alle varie esigenze di tutti gli ambiti professionali, sia pubblici che privati. La Laurea Magistrale in Matematica permette un accesso privilegiato a professioni che richiedono la conoscenza di strumenti matematici e la capacità di elaborare e utilizzare modelli di situazioni concrete. In particolare, il laureato Magistrale in Matematica può ambire all'inserimento immediato nelle aziende e nell'industria, nei laboratori e centri di ricerca, nei settori produttivi o di servizio della società, nella pubblica amministrazione, assumendo funzioni di elevata responsabilità nello sviluppo e nell'applicazione di modelli matematici per affrontare problematiche di vario tipo anche in contesti non matematici interagendo con esperti di altri settori; assumendo funzioni di elevata responsabilità nell'organizzazione e nell'elaborazione di strategie in contesti lavorativi pubblici o privati; assumendo funzioni di elevata responsabilità nei settori della ricerca, della formazione e della divulgazione scientifica in ambito pubblico o privato.

Nondimeno, il laureato Magistrale può avere come obiettivo finale l'accesso a successivi corsi di studio (ad esempio, il Dottorato di Ricerca), quale presupposto per attività di ricerca e di diffusione della cultura scientifica. Infine, i laureati Magistrali in Matematica, che avranno crediti sufficienti in opportuni gruppi di settore, possono prevedere come occupazione l'insegnamento nella Scuola, una volta completato il processo di ammissione per i percorsi di formazione per l'insegnamento secondario come previsto dalla normativa vigente.

- 2. Con riferimento agli sbocchi professionali classificati dall'ISTAT, le seguenti professioni possono essere intraprese con successo da un Laureato Magistrale in Matematica:
- Matematici (2.1.1.3.1)
- Statistici (2.1.1.3.2)
- Analisti e progettisti di software (2.1.1.4.1)
- Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze matematiche e dell'informazione (2.6.2.1.1).

### Art. 4- Ammissione al Corso di Laurea Magistrale in Matematica

- 1. Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Matematica devono essere in possesso di un diploma di Laurea o di altro titolo conseguito all'estero, riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente. Sono altresì richiesti un'adeguata preparazione personale e i seguenti requisiti curriculari:
- --aver acquisito almeno 15 CFU in uno o più dei seguenti settori scientifico-disciplinari: FIS/01-08, ING-INF/05, INF/01;
- --aver acquisito almeno 80 CFU nei seguenti settori scientifico-disciplinari: MAT/01-09.

Per i laureati all'estero, il Consiglio di Corso di Studi effettuerà la verifica dei requisiti curricolari sulla base dell'equivalenza tra le attività formative seguite con profitto e quelle a esse corrispondenti nei settori scientifico-disciplinari della Classe di Laurea L-35.

Infine si richiede per l'accesso alla laurea Magistrale in Matematica una adeguata conoscenza della lingua inglese, equiparabile al livello almeno B1 del quadro comune europeo di riferimento per le lingue.

- 2. Il CCSA determina le procedure di verifica del possesso dei **requisiti curriculari** e dei **requisiti culturali** richiesti per l'ammissione e descritti nel precedente comma. Tale verifica si basa sull'analisi del curriculum pregresso dello studente, integrato con i programmi dei corsi seguiti, e può eventualmente prevedere un colloquio orale. La verifica può avere uno dei seguenti esiti:
- l'ammissione incondizionata dello studente al corso di laurea Magistrale;

- la non ammissione motivata, con l'indicazione di modalità suggerite per l'acquisizione dei requisiti curriculari o culturali mancanti. Le eventuali integrazioni necessarie all'acquisizione dei requisiti mancanti, devono essere acquisite prima dell'iscrizione al corso di laurea Magistrale;
- l'ammissione a percorsi specifici con un piano di studi individuale concordato con la struttura didattica in base alla preparazione iniziale del candidato/a e ai suoi interessi specifici.
- 3. Per coloro che sono in possesso di un titolo di Laurea conseguito nella Classe delle Lauree in Scienze Matematiche L-35 (ex. DM-270/04) o L-32 (ex. DM 509/99) o del titolo di Laurea in Matematica quadriennale (vecchio ordinamento) non è prevista la verifica dei requisiti curriculari. Inoltre, per coloro che hanno conseguito il titolo di Laurea nella Classe delle Lauree in Scienze Matematiche L-35 (ex. DM-270/04) o L-32 (ex. DM 509/99) con una votazione almeno pari a 85/100 non è prevista la verifica dei requisiti culturali secondo le modalità indicate nel comma 2.

Per coloro che sono in possesso di una certificazione di conoscenza della lingua inglese di livello almeno B1 o che abbiano acquisito nella laurea triennale almeno 3 CFU di attività formative relative alla lingua inglese non è prevista la verifica del possesso delle competenze linguistiche.

#### Art. 5- Crediti Formativi Universitari e durata del CdLM

- 1. Le attività formative previste nel Corso di Studio prevedono l'acquisizione da parte degli studenti di crediti formativi universitari (CFU), ai sensi della normativa vigente.
- 2. A ciascun CFU corrispondono 25 ore di impegno complessivo dello studente.
- 3. La quantità media di impegno complessivo di apprendimento svolto in un anno da uno studente impegnato a tempo pieno negli studi universitari è fissata in 60 crediti.
- 4. La frazione dell'impegno orario complessivo riservata allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale non può essere inferiore al 50%, tranne nel caso di attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico.
- 5. Per i corsi di insegnamento tradizionali, la ripartizione tra attività didattica assistita (cfr. Art. 6, comma 2) ed attività di studio personale è la seguente:

	Attività assistita	Attività personale
Lezioni	8	17
Esercitazioni	12	13
Laboratorio	12	13

La misura convenzionale in CFU di altre attività è fissata caso per caso dal CCSA. I crediti corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente previo superamento dell'esame o attraverso altra forma di verifica della preparazione o delle competenze conseguite.

- 6. La durata normale del Corso di Laurea Magistrale é di due anni. A coloro che conseguono il titolo di studio compete la qualifica accademica di Dottore Magistrale in Matematica. Per conseguire il titolo di studio lo studente, comunque già in possesso di Laurea, deve aver maturato 120 CFU, indipendentemente dal numero di anni di iscrizione all'Università.
- 7. Il CCSA può prevedere forme di verifica periodica dei CFU acquisiti, al fine di valutare la non obsolescenza dei relativi contenuti conoscitivi e di assegnare debiti formativi nelle discipline per le quali sia riscontrata obsolescenza della preparazione. Detta verifica può essere prevista solo per gli studenti

che non conseguano il titolo di studio in un tempo almeno pari al doppio della durata legale del corso di studio. Della verifica gli studenti interessati devono essere informati con un preavviso di almeno sei mesi.

### Art. 6 – Organizzazione didattica

- 1. Il Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA prevede un percorso formativo unico. Il quadro delle attività formative e la programmazione degli insegnamenti per la coorte di riferimento è indicata nell'Allegato 2 (Didattica programmata) nel rispetto dei vincoli, in termini di CFU, contenuti nell'Ordinamento didattico (Allegato1).
- 2. L'attività didattica assistita è articolata in lezioni, esercitazioni e attività di laboratorio.
- 3. Le attività formative previste per il Corso di Laurea Magistrale in Matematica, con indicazioni dettagliate su:
- (a) insegnamenti attivati, la loro eventuale articolazione in moduli integrati, nonché i relativi obiettivi formativi specifici;
- (b) i Crediti Formativi Universitari (CFU) assegnati a ciascuna attività formativa;
- (c) le eventuali propedeuticità;
- (d) l'elenco dei docenti impegnati nel Corso di studio, e gli insegnamenti corrispondenti;
- (e) il piano di studi statutario;
- sono definite **annualmente** dal Dipartimento su proposta del CCSA nel rispetto dell'Ordinamento didattico (Allegato 1) e del quadro degli insegnamenti e delle attività formative **dell'Allegato 2**, e sono riportate nell'**Allegato 3 e nell'Allegato 4** (Scheda SUA-CdS-Didattica erogata).
- 4. Lo studente propone al CCSA, in due finestre temporali in corrispondenza dei semestri di ciascun anno, un piano di studio, purché coerente con i contenuti minimi indicati nell'Ordinamento didattico (Allegato 1) e con le Regole contenute nell'Allegato 2. È consentito altresì proporre un piano che preveda l'acquisizione di CFU aggiuntivi rispetto al numero minimo (120 CFU) indicato nell'Ordinamento Didattico.
- 5. Le attività di ricerca a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del Corso di studio sono consultabili alla pagina http://www.matfis.unicampania.it/ricerca/aree-di-ricerca del sito del Dipartimento.
- 6. Il Manifesto Annuale degli Studi porta a conoscenza degli studenti le disposizioni contenute nel Regolamento Didattico, specificandole quando necessario. Esso è predisposto annualmente dal CCSA, entro e non oltre il mese di giugno, e approvato dal Dipartimento.
- 7. Il Manifesto Annuale degli Studi è pubblicato sul sito del Dipartimento nella sezione didattica (<a href="http://www.matfis.unicampania.it/didattica/corsi-di-studio/corso-di-laurea-magistrale-in-matematica">http://www.matfis.unicampania.it/didattica/corsi-di-studio/corso-di-laurea-magistrale-in-matematica</a>), unitamente alle altre norme e notizie utili ad illustrare le attività didattiche programmate. Saranno inoltre disponibili, sul sito suddetto, programmi dettagliati degli insegnamenti attivati, gli orari di ricevimento dei docenti, le indicazioni di quanto richiesto ai fini degli esami e delle prove di profitto e per il conseguimento del titolo di studio.
- 8. Il periodo ordinario per lo svolgimento di lezioni, esercitazioni, seminari, attività di laboratorio e integrative è stabilito, di norma, per ciascun anno accademico, tra il 15 settembre e il 30 giugno successivo. Attività di orientamento, propedeutiche, integrative, di preparazione e sostegno degli insegnamenti ufficiali, nonché corsi intensivi e attività speciali, possono svolgersi anche in altri periodi.

9. L'attività didattica degli insegnamenti è organizzata secondo l'ordinamento semestrale. Per rendere l'attività didattica efficace, coordinata e meglio rispondente alle diverse caratteristiche, ogni insegnamento potrà svolgersi in uno o entrambi i semestri. I semestri sono intervallati da periodi dedicati a studio autonomo ed esami. I periodi di svolgimento degli insegnamenti e delle altre attività didattiche nonché i periodi di svolgimento degli esami sono determinati dal Calendario didattico predisposto annualmente dal CCSA e riportato nel Manifesto Annuale degli Studi. Il numero delle ore settimanali previste per ciascun insegnamento e la loro distribuzione sono determinate in relazione alla programmazione degli insegnamenti e alle esigenze di funzionalità del calendario didattico.

### Art. 7 - Verifica dell'apprendimento e acquisizione dei CFU

- 1. La verifica del profitto degli studenti avviene attraverso un esame finale, che può dare luogo ad una votazione (esami di profitto) o a un semplice giudizio di idoneità. I CFU corrispondenti a ciascuna attività indicata nel piano di studio sono acquisiti dallo studente con il superamento del relativo esame finale.
- 2. Per tutti gli insegnamenti del Corso di Laurea, gli esami di profitto prevedono una prova orale e/o una prova scritta e/o una prova di laboratorio. Tutti gli insegnamenti possono prevedere prove intermedie di qualunque forma.
- 3. Per gli insegnamenti articolati in moduli coordinati, i docenti titolari dei moduli partecipano collegialmente alla valutazione complessiva del profitto dello studente che non può, comunque, essere frazionata in valutazioni separate su singoli moduli.
- 4. Gli esami finali si svolgono sotto la responsabilità di una Commissione, nominata all'inizio di ogni anno accademico, dal Direttore del Dipartimento, su proposta del CCSA con indicazione del Presidente (o dei Co-presidenti) e degli altri membri. Nell'esercizio delle sue funzioni, la Commissione d'esame è costituita da almeno due membri, di cui uno è il Presidente (o uno dei Co-presidenti).
- 5. La valutazione degli esami di profitto è espressa in trentesimi. Ai fini del superamento dell'esame è necessario conseguire il punteggio minimo di 18 trentesimi. L'eventuale attribuzione della lode, in aggiunta al punteggio massimo di 30 trentesimi, è subordinata alla valutazione unanime della Commissione esaminatrice.
- 6. La conoscenza della lingua inglese è verificata attraverso un colloquio, che dà luogo a un giudizio di idoneità o di riprovazione.
- 7. Il calendario degli esami di profitto, contenente le informazioni relative a giorno, e ora delle singole sedute d'esami, è predisposto dal Presidente del CCSA e reso pubblico entro il 30 settembre di ogni anno per gli appelli anticipati ed estivi, ed entro il mese di luglio per gli appelli straordinari. Il calendario è organizzato in modo da evitare la coincidenza nello stesso giorno di esami relativi a corsi tenuti nello stesso anno.
- 8. Eventuali rinvii delle sedute di esame possono essere disposti, con congruo anticipo e per comprovati motivi, dal Presidente della Commissione d'esame, il quale provvede a informare gli studenti e il Presidente del CCSA. In nessun caso la data di una sessione di esami può essere anticipata.
- 9. Non è consentita la ripetizione di un esame già superato.

#### Art. 8 - Attività autonomamente scelte dallo studente

- 1. Lo studente propone liberamente le attività a scelta (TAF D), corrispondenti a 8 CFU (cfr. **Allegato** 1), purché coerenti con il progetto formativo.
- 2. Tali CFU possono essere acquisiti anche in seguito ad attività riportate nella Tabella AS dell'Allegato 3. Ognuna delle attività di cui alla Tabella AS, diversa da un insegnamento attivato nel Corso di Laurea, è realizzata con l'assistenza e sotto la responsabilità di un Tutor, di norma un docente del Dipartimento, secondo modalità stabilite dal CCSA, che certifica alla Presidenza del CCSA l'avvenuta acquisizione dei CFU corrispondenti all'attività svolta.
- 3. Se lo studente intende acquisire CFU sostenendo un esame relativo ad un insegnamento di un altro Corso di Laurea dell'Ateneo deve presentare richiesta al CCSA. Il Consiglio valuterà la coerenza della scelta con il percorso formativo dello studente.

### Art. 9 - Prova finale e conseguimento del titolo di studio

- 1. Il titolo di studio è conferito previo superamento di una prova finale, detta esame di Laurea. L'esame di Laurea consiste nella preparazione di un elaborato scritto e nella sua presentazione e discussione dinanzi ad una apposita Commissione, nominata dal Direttore del Dipartimento.
- 2. L'elaborato è compilato sotto la guida di un docente del Dipartimento (relatore). Le Commissioni sono costituite a maggioranza da professori e ricercatori di ruolo dell'Ateneo. Le Commissioni sono composte da almeno 7 membri. Possono inoltre partecipare alla Commissione gli assistenti ordinari, i professori supplenti, i professori a contratto, gli esperti esterni purché relatori o correlatori di tesi di laurea.
- 3. La prova finale ha l'obiettivo di verificare la capacità del laureando di elaborare e presentare, in forma scritta e orale, un argomento matematico con chiarezza, sintesi e padronanza, nonché l'obiettivo di valutare l'originalità dei risultati ottenuti dal laureando.
- 4. L'esito positivo della prova finale dà diritto all'acquisizione di n. 24 CFU, come previsto dall'Ordinamento didattico (**Allegato 1**). Per accedere alla prova finale, lo studente deve avere acquisito 96 CFU, pari a 120 CFU meno i 24 previsti per la prova stessa.
- 5. Il voto finale dell'esame di Laurea, espresso in centodecimi, si ottiene sommando al "voto base" il punteggio attribuito alla prova finale, il quale è compreso tra 0 e 11; nel caso tale somma superi 110 il voto finale è stabilito in 110/110. Il "voto base" è definito dall'espressione in centodecimi della media ponderata (in relazione ai crediti) delle votazioni riportate dallo studente nei singoli esami di profitto. Agli studenti che ottengano una votazione di 110/110, a giudizio unanime della Commissione, potrà essere attribuita la lode.

#### Art. 10- Valutazione dell'attività didattica

1. Il CCSA attua forme di valutazione dell'attività didattica, attraverso il gruppo di gestione AQ (Attivazione Qualità) coordinato dal Referente per la Qualità, ai sensi dell'articolo 21 del Regolamento Didattico di Ateneo al fine di evidenziare eventuali problemi e/o inadeguatezze che ne rendano difficile o compromettano l'efficienza e l'efficacia e per poterne individuare i possibili rimedi. In particolare attua iniziative per la valutazione della coerenza tra i crediti formativi assegnati alle attività formative e gli specifici obiettivi formativi programmati.

### Art. 11 -Tutorato

- 1. Il tutorato è una forma di ausilio per gli studenti inteso soprattutto a fornire consigli ed indicazioni relativi all'organizzazione dello studio, all'impostazione del curriculum didattico, alla successione degli esami, alla scelta degli argomenti per l'elaborato della prova finale.
- 2. All'atto dell'iscrizione, a ciascuno studente è assegnato un tutore. I tutori sono, di norma, docenti operanti nel corso di studio e sono assegnati secondo la Tabella T dell'**Allegato 3**.

### Art. 12 - Riconoscimento crediti

- 1. I trasferimenti ed i passaggi da altri corsi di studio sono regolamentati dall'art. 26 del RDA.
- 2. Le richieste di trasferimento presso il Corso di Laurea Magistrale in Matematica di studenti provenienti da altra Università, italiana o straniera, e le richieste di passaggio al Corso di Laurea in Matematica di studenti provenienti da corsi di studio dell'Ateneo sono subordinate ad approvazione da parte del Consiglio di Dipartimento, sentito il parere del CCSA. Quest'ultimo valuta l'eventuale riconoscimento totale o parziale della carriera di studio fino a quel momento seguita, con la convalida di esami sostenuti e crediti acquisiti, e indica l'anno di corso al quale lo studente viene iscritto e l'eventuale debito formativo da assolvere. Nelle operazioni di riconoscimento di precedenti attività formative il CCSA fa riferimento ai contenuti minimi per ambito disciplinare indicati nell'Ordinamento didattico (Allegato 1).
- 3. Per il riconoscimento della carriera percorsa da studenti che abbiano già conseguito una Laurea Magistrale presso l'Ateneo o in altra Università italiana e che chiedano, contestualmente all'iscrizione, l'abbreviazione degli studi, il CCSA prende in considerazione soltanto le attività formative ritenute attuali e congrue con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea.
- 4. Il CCSA, relativamente ai trasferimenti, ai passaggi e al riconoscimento di carriere pregresse, può convalidare, attribuendo i relativi CFU, esami di insegnamenti e moduli didattici non previsti dall'Ordinamento Didattico, anche attraverso l'adozione di un piano di studi individuale, a condizione che detti insegnamenti e moduli siano ritenuti congrui con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale.

### Art. 13 - Mobilità studentesca e riconoscimento di studi compiuti all'estero

- 1. Il CCSA, allo scopo di migliorare il livello di internazionalizzazione del percorso formativo, incoraggia gli studenti a svolgere periodi di studio all'estero, sulla base di rapporti convenzionali di scambio con Università presso le quali esista un sistema di crediti facilmente riconducibile al sistema ECTS.
- 2. I periodi di studio all'estero hanno di norma una durata compresa tra 3 e 10 mesi, prolungabile, laddove necessario, fino a un massimo di 12 mesi. Il piano di studi da svolgere presso l'Università di accoglienza, valido ai fini della carriera universitaria, e il numero di crediti acquisibili devono essere congrui alla durata. Il CCSA può raccomandare durate ottimali in relazione all'organizzazione del corso stesso.
- 3. Le opportunità di studio all'estero sono rese note agli studenti attraverso appositi bandi recanti, tra l'altro, i requisiti di partecipazione e i criteri di selezione. Agli studenti prescelti potranno essere concessi contributi finanziari o altre agevolazioni previste dagli accordi di scambio. Una borsa di mobilità è in genere assegnata nel caso di scambi realizzati nel quadro degli Accordi Erasmus. Inoltre, nell'ambito del Lifelong Learning Programme è prevista l'Azione Erasmus Placement che

fornisce la possibilità per gli studenti di svolgere un periodo di tirocinio presso imprese, centri di formazione, centri di ricerca o altre organizzazioni partecipanti al Programma.

- 4. Il CCSA provvede a verificare la coerenza dell'intero piano di studio da seguire all'estero con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale, piuttosto che la corrispondenza univoca in crediti tra singole attività da effettuare all'estero e quelle del corso di studio interessato. Nel caso in cui sussista un accordo istituzionale preventivamente stipulato secondo le modalità previste dalla Unione Europea oppure nel caso in cui il CCSA abbia approvato nell'ambito di altri programmi di scambio tabelle di equivalenza con insegnamenti e seminari tenuti presso l'Università partner o istituti di istruzione universitaria equiparati, il riconoscimento dei piani di studio, che rientrano nel suddetto accordo o coerenti con le suddette tabelle di equivalenza, è dato per acquisito, fatti salvi gli opportuni accertamenti in sede amministrativa.
- 5. Lo studente che intenda svolgere parte dei propri studi all'estero deve presentare apposita domanda nella quale dovrà indicare gli insegnamenti che si propone di seguire all'estero e presso quali Università. La domanda è sottoposta all'autorizzazione del Consiglio di Dipartimento, che delibera in merito sulla base di criteri generali precedentemente definiti e del parere espresso dal CCSA

# Art. 14 - Studenti fuori corso e ripetenti, interruzione degli studi e studenti impegnati a tempo pieno e a tempo parziale

- 1. Ai sensi dell'Art 32 del RDA, il CCSA può proporre al Consiglio di Dipartimento, per l'approvazione in Senato Accademico, l'adozione di particolari modalità organizzative per gli studenti "a tempo parziale", consentendo loro di fare fronte agli obblighi dovuti per il conseguimento del titolo di studio in tempi più lunghi di quelli legali senza cadere nelle condizioni di fuori corso e potendo usufruire di una riduzione dell'importo dei contributi annuali dovuti.
- 2. Possono usufruire di tale opportunità gli studenti che dichiarano motivatamente di non essere in grado di frequentare con continuità gli insegnamenti che fanno capo al Corso di Laurea Magistrale e di non poter sostenere nei tempi legali le relative prove di valutazione.
- 3. Salvo diversa opzione all'atto dell'immatricolazione, lo studente è considerato come impegnato a tempo pieno.
- 4. L'iscrizione al successivo anno di corso è consentita agli studenti indipendentemente dal tipo di esami sostenuti e dal numero di crediti acquisiti, ferma restando la possibilità per lo studente di iscriversi come studente ripetente.
- 5. Lo studente che non abbia acquisito un numero significativo di crediti nel corso dell'anno accademico, può chiedere l'iscrizione come ripetente.
- 6. Lo studente che nel corso della durata del percorso formativo prescelto (normale o rallentato) non abbia compiuto gli studi potrà ottenere l'iscrizione come studente "fuori corso".

### Art. 15 - Docenti di Riferimento

1. I docenti di riferimento del Corso di Laurea Magistrale sono indicati nell'**Allegato 3** che viene aggiornato annualmente.

## Art. 16 - Rinvii

1. Per tutto quanto non previsto nel presente regolamento, si rinvia al Regolamento Didattico di Ateneo e alla normativa vigente.

# Allegato 1

Ordinamento Didattico CdLM in Matematica LM-40 a.a. 2021/2022						
TIPOLOGIA	AMBITO		CI	FU		
ATTIVITA' FORMATIVE (TAF)	DISCIPLINARE (AD)	SSD (Settori Scientifico Disciplinari)	min	max	CFU	
Caratterizzanti	Formazione Teorica Avanzata	MAT/01– Logica matematica MAT/02–Algebra MAT/03– Geometria MAT/05 –Analisi matematica	28 Min DM 15	36	44-68	
Minimo DM 35	Formazione Modellistico- Applicativa	MAT/06 –Probabilità e statistica matematica MAT/07 –Fisica matematica MAT/08 –Analisi numerica MAT/09– Ricerca operativa	16 Min DM 5	32	44-08	
Affini ed Integrative (C) Minimo DM 12	A11	FIS/01 – Fisica sperimentale FIS/02 - Fisica teorica, modelli e metodi matematici FIS/03 - Fisica della materia FIS/04 - Fisica nucleare e subnucleare FIS/05 - Astronomia e astrofisica FIS/06 - Fisica per il sistema terra e per il mezzo circumterrestre FIS/07 - Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina) FIS/08 - Didattica e storia della fisica INF/01 - Informatica ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni BIO/01- Botanica BIO/05-Zoologia BIO/06-Anatomia Comparata e Citologia CHIM/03- Chimica Generale e Inorganica CHIM/06- Chimica Organica GEO/10-Geofisica della terra solida SECS-S/01- Statistica SECS-S/06 - Metodi matematici dell'economia e delle scienze attuariali e finanziarie MAT/01 - Logica MAT/02 - Algebra MAT/03 - Geometria MAT/04 - Matematiche complementari MAT/05 - Analisi matematica MAT/06 - Probabilità e statistica matematica MAT/07 - Fisica matematica MAT/08 - Analisi numerica	0	32	16-32	
A scelta autonoma dello studente (D)		MAT/09 - Ricerca operativa	8	3	8	
Prova finale (E)	Prova Finale			4	24	
Ulteriori Attività	Ulteriori conoscenze linguistiche			2	2	
Formative (F)	Abilità informatiche e			2	2	
CFU totali per il conseguimento del titolo				20	96- 144	

Allegato 2

## Didattica Programmata del Corso di Laurea Magistrale in Matematica Coorte 2021/2022

TIPOLOGIA ATTIVITÀ FORMATIVA (TAF)	AMBITO DISCIPLINARE (AD)	Corsi di Insegnamento	CFU	Anno
	_	Uno a scelta tra MAT/02- Algebra Commutativa MAT/02- Teoria dei Gruppi	8	I
	Formazione Teorica Avanzata	MAT/03- Geometria Differenziale	8	I
	roomod / (vanizata	MAT/05 – Analisi Funzionale	6	I
CARATTERIZZANTI (B)		MAT/05- <b>Analisi Superiore</b>	6	
		Insegnamento opzionale Un insegnamento della <b>Tabella 1</b> (FTA)	8	II/I
	Modellistico-	MAT/07 – Fisica Matematica Superiore	8	I
	Applicativa	MAT/08 - Calcolo Scientifico	8	I
		Insegnamento opzionale Un insegnamento della <b>Tabella 2</b> (FMA)	8	I
		Insegnamento opzionale <b>Tabella 3</b> <b>TAF C A11</b>	8	I
		Insegnamento opzionale	8	II
	Tabella 3	Insegnamento opzionale	8	II
A SCELTA AUTONOMA DELLO STUDENTE (D)				
PROVA FINALE E LINGUA STRANIERA (E)	Prova Finale		24	II
ULTERIORI ATTIVITÀ				II
	Abilità informatiche e telematiche			II
TOTALE CFU				

Nota: nella formulazione del piano di studi al primo anno dovranno essere collocati almeno 60 e al più 68 CFU

Tabella 1- Insegnamenti opzionali Laurea Magistrale* (TAF B) Formazione Teorica Avanzata								
*Gli insegnamenti opzionali dello stesso ambito disciplinare possono essere attivati in alternativa tra loro.								
Insegnamento	(cfr. Art. 6 comma 3 DM n. 47, 30 gennaio 2013)  Insegnamento SSD CFU							
Teoria dei Modelli	MAT/01	8						
Teoria di Galois	MAT/02	8						
Algebra Commutativa Se non scelto già come obbligatorio	MAT/02	8						
Teoria dei Gruppi Se non scelto già come obbligatorio	MAT/02	8						
Geometria Algebrica	MAT/03	8						
Geometria Combinatoria e Applicazioni	MAT/03	8						
Analisi non lineare	MAT/05	8						
Complementi di Analisi Matematica	MAT/05	8						
Analisi Matematica Avanzata	MAT/05	8						

Tabella 2- Insegnamenti opzionali Laurea Magistrale* (TAF B) Formazione Modellistico Applicativa						
Insegnamento	SSD	CFU				
Calcolo delle Probabilità	MAT/06	8				
Equazioni di Navier-Stokes	MAT/07	8				
Meccanica Celeste	MAT/07	8				
Meccanica Superiore	MAT/07	8				
Metodi Numerici per l'elaborazione dei dati	MAT/08	8				
Metodi numerici per l'elaborazione di Immagini	MAT/08	8				
*Gli insegnamenti opzionali dello stesso ambito disciplinare possono essere attivati in alternativa tra loro.						

SSD	CFU
FIS/01	8
FIS/01	8
SECS-S/01	8
ING-INF/05	8
	FIS/01 SECS-S/01

### Mutuati da altri corsi di laurea

(cfr. Art. 6 comma 3 DM n. 47, 30 gennaio 2013)

Gli insegnamenti riportati di seguito non possono essere inseriti nel piano di studi se già sostenuti nel Corso di Laurea Triennale

Allegato 2 -Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA a.a. 2021/2022

Chimica Generale e Inorganica  Mutuato dal CdL in Fisica	CHIM/03	8
Basi di Dati e Sistemi Informativi Mutuato dal CdL in Matematica	ING-INF/05	8
Meccanica Quantistica  Mutuato dal CdL in Fisica	FIS/02	8*
Meccanica Statistica  Mutuato dal CdL in Fisica	FIS/03	8**

<sup>\*</sup>Per il corso di Laurea di provenienza l'insegnamento è da 10 CFU, gli ulteriori 2 CFU possono essere utilizzati come crediti liberi nell'ambito delle attività a scelta autonoma dello studente (TAF D) \*\*Per il corso di Laurea di provenienza l'insegnamento è da 6 CFU, gli ulteriori 2 CFU saranno acquisibili mediante attività integrative concordate con il docente del corso.

Tabella 4**- Insegnamenti opzionali CdLM in Matematica (TAF C- Gruppo A12)							
	Insegnamento	SSD	CFU				
Erogato nel CdLM							
Tutti gli insegnamenti della Tabella 1 e della Tabella 2 (opzionali di TAF B) non già							
inseriti nel piano di stud	di)	• •	, -				
Didattica della Matema	tica	MAT/04	8				
Applicazioni della Meco	canica dei Fluidi	MAT/07	8				
Mutuati da altri corsi	di laurea						
	seguito non possono essere inseri	iti nel piano di studi s	e già sostenuti nel				
Corso di Laurea Triennale							
Inseg	gnamento <u> </u>	SSD	CFU				
Algebra 2		MAT/02	8				
Mutuato dal CdL in Matemo	atica						
Calcolo Numerico 2		MAT/08	8				
Mutuato dal CdL in Matem	atica	IVIA 1700	O				
Fisica Matematica	·	MAT/07	8				
Mutuato dal CdL in Matematica MAT/07 8							
Geometria 3							
Mutuato dal CdL in Matemo	Mutuato dal CdL in Matematica MAT/03 8						
Logica Matematica	Logica Matematica MAT/01 8						
Mutuato dal CdL in Matem	atica	IVIA 170 I	O				
·		<del>-</del>	<del>-</del>				

### Tabella 5 Attività a Scelta Autonoma dello Studente (TAF D)

Lo studente propone liberamente tali attività, corrispondenti a 8 CFU, purché coerenti con il progetto formativo (cfr. Art. 8 del Regolamento Didattico).

Tali CFU possono essere acquisiti anche:

- -sostenendo un ulteriore esame tra gli insegnamenti opzionali (TAF B o TAF C) del CdL Magistrale in Matematica non già inseriti nel piano di studi dello studente; -sostenendo un esame di un insegnamento di TAF D attivo nel CdL Magistrale In
- -sostenendo un esame di un insegnamento di TAF D attivo nel CdL Magistrale In Matematica;
- -sostenendo un esame di un insegnamento attivo presso un altro corso di laurea dell'Ateneo, presentando richiesta al CCSA che ne valuterà la coerenza con il percorso formativo.

Tutti gli esami sostenuti come tipologia D **prevedono una verifica con voto finale** e saranno regolarmente inseriti in carriera

Insegnamenti di TAF D attivi nel CdL							
Insegnamento SSD CFU Anno							
Botanica	BIO/01	8					
Citologia e Istologia	BIO/06	8					

	Corso di Laurea Magistrale in Matematica LM-40  Didattica Erogata a.a. 2021/2022							
INSEGNA	MENTO	TAF	AMBITO DISCIPLINARE	SSD	CFU	Ore	Docente	Sem.
Primo ann	o (Coorte 2021-2022)							
Analisi Fun	nzionale	В	Form. Teorica Avanzata	MAT/05	6	48	G. Pisante	1°
Analisi Sup	periore	В	Form. Teorica Avanzata	MAT/05	6	48	E. Ferone	2°
Uno a scelta tra	Algebra Commutativa Teoria dei Gruppi	В	Form. Teorica Avanzata	MAT/02	8	64	P. D'Aquino A. Russo	1° 2°
Geometria	Differenziale	В	Form. Teorica Avanzata	MAT/03	8	64	V. Napolitano	1°
Fisica Mate	ematica Superiore	В	Form. Modellistico - Applicativa	MAT/07	8	64	P. Maremonti	2°
Calcolo Sc	ientifico	В	Form. Modellistico - Applicativa	MAT/08	8=6L+2La	72=48 +24	G. Toraldo	1°
Tabella 1.1 *Collocato a studi, può e	to opzionale*  al secondo anno del piano di ssere anticipato al primo regola d'anticipo	В	Form. Teorica Avanzata		8			
Insegnament Tabella 1.2		В	Form. Modellistico - Applicativa		8			
Insegnament Tabella 1.3	to opzionale	С	Affini Integrativi		8			
				Totale	60/68			•
Secondo a	anno (Coorte 2020-2021)							
Insegnamento opzionale* B Tabella 1.1 F TA *Può essere anticipato al I anno				8				
	ento opzionale*				8			

Confronta regole e Tabella 2	B/C			
Insegnamento opzionale* Confronta regole e Tabella 2	С		8	
Ulteriori conoscenze linguistiche	F		2	
Abilità informatiche e telematiche	F		2	
Attività autonomamente scelte dallo Studente **Si veda tabella AS	D		8	
Prova finale	Е		24	
		Totale	60/52	

Alleg

### Tabella 1- Insegnamenti opzionali TAF B e TAF C I Anno Laurea Magistrale Coorte 2020/2021 II Anno Laurea Magistrale Coorte 2019/2020

Regole di inserimento Insegnamenti Opzionali nel piano di studi Coorte 2020/2021:

1 Insegnamento di TAF B Formazione Teorica Avanzata--Tabella 1 Elenco 1.1.- Il ANNO-con possibilità di Anticipo al I Anno
1 Insegnamento di TAF B Formazione Modellistico Applicativa--Tabella 1 Elenco 1.2- I ANNO
Almeno 2 Insegnamenti di TAF C Gruppo A11 (Settori non MAT)-- Tabella 1 Elenco 1.3- di cui uno collocato al I Anno
Al più uno di TAF C Gruppo A12 (Settori MAT)-- Tabella 1 Elenco 1.4- Il Anno di Corso

Nota: nella formulazione del piano di studi al primo anno dovranno essere collocati almeno 60 e al più 68 CFU utilizzando la regola d'anticipo.

1.1 (TAF B) Formazione Teorica A	vanzata				
Insegnamento	SSD	CFU	Ore	Docente	Sem.
Teoria dei Modelli Coorti 2021-2022, 2020-2021	MAT/01	8	64	P. D'Aquino	2°
Algebra Commutativa Se non scelto già come obbligatorio Coorti 2021-2022, 2020-2021	MAT/02	8	64	P. D'Aquino	1°
Teoria dei Gruppi Se non scelto già come obbligatorio Coorti 2021-2022, 2020-2021	MAT/02	8	64	A. Russo	2°
Geometria Algebrica Coorti 2021-2022, 2020-2021	MAT/03	8	64	O. Polverino 6CFU 48 ore G. Zini 2 CFU 16 ore	2°
Complementi di Analisi Matematica Coorte 2021-2022, 2020-2021	MAT/05	8	64		2°
1.2 (TAF B) Formazione Modellist	ico Applicativa				
Calcolo delle Probabilità Coorti 2021-2022, 2020-2021	MAT/06	8	64	B. Carbonaro	2°
Equazioni di Navier-Stokes Coorti 2021-2022, 2020-2021	MAT/07	8	64	P. Maremonti 6 CFU= 48 ore F. Crispo 2 CFU= 16 ore	1°
Meccanica Celeste Coorte 2021-2022, 2020-2021	MAT/07	8	64	G. Starita	1°
Meccanica Superiore Coorti 2021-2022, 2020-2021	MAT/07	8=5L+3La	76	G. Riccardi	2°

Allegato 3 -Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA a.a. 2021/2022

Metodi Numerici per l'Elaborazione dei Dati Coorte 2021-2022 Mutua Metodi Numerici per l'elaborazione di immagini per la Coorte 2020-2021	MAT/08	8=6L+2La	72	G. Toraldo 8=6L+2La CFU	2°
1.3 Insegnamenti di TAF C Gruppo		on notranno assara insar	ti nal niana di studi	se già sostenuti nel corso di Laurea Triennale	
Laboratorio di Fisica Moderna Coorti 2020-2021, 2019/2020	FIS/01	8=4L+4La	80=32+48	C. Sabbarese	2°
Elementi di Relatività e Fisica Quantistica Coorti 2021-2022, 2020-2021	FIS/01	8	64	P. Silvestrini 3CFU = 24 ore Contratto gratuito(C.Granata) 5CFU=40 ore	2°
Analisi dei dati multidimensionali Coorte 2021-2022 Mutua Analisi dei dati per l'economia Per la Coorte 2020-2021	SECS-S/01	8=6L+2La	72=48+24	E. Romano	2°
Programmazione ad Oggetti Coorte 2021-2022 Mutua Programmazione concorrente e distribuita Coorte 2020-2021	ING-INF/05	8=6L+2La	72=48+24	E. Bellini	2°
Chimica Generale e Inorganica  Mutuato dal CdL in Fisica  Coorti 2021-2022, 2020-2021	CHIM/03	8			
Basi di Dati e Sistemi Informativi  Mutuato dal CdL in Matematica  Coorti 2020-2021, 2019/2020	ING-INF/05	8			
Elettronica Quantistica  Mutuato dal CdL in Fisica  Coorti 2020-2021, 2019/2020	FIS/03	8**			
Meccanica Statistica  Mutuato dal CdL in Fisica	FIS/03	8**			

Allegato 3 -Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA a.a. 2021/2022

Coorte 2020-2021					
Meccanica Quantistica  Mutuato dal CdL in Fisica  Coorti 2020-2021, 2019/2020	FIS/02	8*			
1.4 Insegnamenti di TAF C Gruppo *Gli insegnamenti del Gruppo A12 mutuati da		on potranno essere inse	riti nel piano di studi se già	sostenuti nel corso di Laurea Triennale	
Tutti quelli degli elenchi 1.1 e 1.2 non inseriti già nel piano di studi come TAF B					
Didattica della Matematica Coorte 2020-2021	MAT/04	8	64	Umberto Dello Iacono	1°
Applicazioni della Meccanica dei Fluidi Coorte 2020-2021	MAT/07	8=6L+2E	72=48L+24E	Giorgio Riccardi	1°
Logica Matematica  Mutuato dal CdL in Matematica  Coorte 2020-2021	MAT/01	8			
Algebra 2  Mutuato dal CdL in Matematica  Coorte 2020-2021	MAT/02	8			
Geometria 3  Mutuato dal CdL in Matematica Coorti 2020-2021	MAT/03	8			
Fisica Matematica  Mutuato dal CdL in Matematica  Coorti 2020-2021	MAT/07	8			
Calcolo Numerico 2  Mutuato dal CdL in Matematica Coorti 2020-2021	MAT/08	8			

<sup>\*</sup>Per il corso di Laurea di provenienza l'insegnamento è da 10 CFU, gli ulteriori 2 CFU possono essere utilizzati come crediti liberi nell'ambito delle attività a scelta autonoma dello studente (TAF D)

<sup>\*\*</sup>Per il corso di Laurea di provenienza l'insegnamento è da 6 CFU, gli ulteriori 2 CFU saranno acquisibili mediante attività integrative concordate con il docente del corso.

Tabella AS- Attività a Scelta Autonoma	
	rispondenti a 8 CFU, purché coerenti con il progetto formativo (cfr. Art. 8 de
	re acquisiti <b>anche</b> mediante le attività riportate di seguito.
	ono una verifica con voto finale e saranno regolarmente inseriti in carriera
Attività	Impegno e CFU acquisibili
Tirocini presso scuole convenzionate con l'Ateneo (Attività Professionalizzanti)	Per ogni tirocinio presso istituzioni scolastiche è previsto un progetto formativo predisposto dal tutor didattico (membro del dipartimento) e dal tutor scolastico (docente della struttura scolastica).  1 CFU prevede 12 ore di attività di tirocinio presso la struttura scolastica e 13 ore di studio/attività individuale di preparazione alle attività di tirocinio in campo
	Per ulteriori informazioni riguardo alle attività di tirocinio nelle scuole rivolgersi al dott. Umberto Dello Iacono.
Tirocini presso aziende/enti/laboratori convenzionati con l'Ateneo (Attività Professionalizzanti)	Per ogni tirocinio presso aziende/enti/laboratori è previsto un progetto formativo predisposto dal tutor didattico-organizzativo (membro del dipartimento) e dal tutor aziendale (membro della struttura ospitante). Il tutor didattico-organizzativo ha i compito di assicurare la valenza formativa del tirocinio, fornire assistenza a tirocinante sia prima dell'avvio che durante lo svolgimento del tirocinio, monitorare le attività svolte secondo quanto previsto dal progetto formativo. L'impegno in termini di ore e di CFU acquisibili è definito in maniera puntuale all'interno de progetto formativo. I CFU acquisibili di Tipologia D sono al più pari a 8. I progett formativi possono prevedere anche ulteriori attività di tirocinio finalizzate all'elaborazione della tesi di laurea magistrale.  Per ulteriori informazioni riguardo alle attività di tirocinio presso aziende, enti ecc. rivolgersi al dott. Stefano Marrone.
Convegni e Scuole	Il numero di CFU acquisibili è stabilito caso per caso su indicazione del Tutor.
Insegnamenti opzionali attivati nel Corso di Laurea (TAF B o TAF C) non già inseriti nel piano di studi o un insegnamento del corso di laurea di TAF D	Il superamento dell'esame finale dà diritto all'acquisizione del numero di CFU previsti per il corso di insegnamento e l'insegnamento verrà regolarmente inserito in carriera con la relativa votazione. Gli insegnamenti opzionali sono elencati nelle Tabelle 1 delle relative Coorti. Corsi di TAF D del corso di Laurea:
	Botanica*, BIO/01, 8 CFU Citologia e Istologia*, BIO/06, 8 CFU

Allegato 3 -Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA a.a. 2021/2022

	*Insegnamenti consigliati ai fini dell'accesso alla classe di concorso A-28, Matematica e Scienze, per
	i laureati a partire dall'a.a. 2019/2020**.
	*Per ulteriori dettagli si veda il Regolamento pubblicato il 22/02/2016 nel <i>Supplemento ordinario n. 5/L</i> alla GAZZETTA UFFICIALE <i>Serie generale</i> - n. <b>43</b> , recante disposizioni per la razionalizzazione ed accorpamento delle classi di concorso a cattedre e a posti di insegnamento, a norma dell'articolo 64, comma 4, lettera a), del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n. 133 e del DM 259 del 9 maggio 2017 (TabellaA).
Insegnamenti attivati presso altri corsi di laurea dell'Ateneo	Il superamento dell'esame finale dà diritto all'acquisizione del numero di CFU previsti per il corso di insegnamento e l'insegnamento verrà regolarmente inserito in carriera con la relativa votazione. <i>In questo caso è però necessario presentare richiesta al CCSA</i> .
Seminari didattici coordinati per settori disciplinari	La frequenza di n. 5 conferenze, con la stesura di una breve relazione sugli argomenti seguiti, dà diritto all'acquisizione di n. 2 CFU.
( http://www.matfis.unicampania.it/ricerca/aree-di- ricerca)	La frequenza di n. 4 conferenze, di cui una tenuta dallo studente, dà diritto all'acquisizione di n. 3 CFU.
Cicli di seminari tematici	La frequenza e il superamento di una prova finale di un ciclo di seminari tematici dà diritto all'acquisizione di un numero di CFU concordati con la struttura didattica in base alle attività proposte. I cicli di seminari tematici proposti per l'anno accademico 2021-2022 sono i seguenti:  Intelligenza Artificiale e Reti Neurali SSD: INF/01 semestre: I CFU: 3 ore: 24 docente: Anna Esposito  Python Programming Basics SSD: ING-INF/05 semestre: I e II CFU: 4 (3 Teoria + 1 Lab ) ore: 36 docente: Fiammetta Marulli  Modellazione Probabilistica basata su Grafi
	SSD: ING-INF/05
	semestre: l e ll

CFU: 4 Ore: 32 Docente: Stefano Marrone Labview CORE I SSD: FIS/07 semestre: I CFU: 3 Ore: 28 (16 Lezioni+12 laboratorio) docente: Giuseppe Porzio Mutuato dal CdL in Fisica Labview CORE II SSD: FIS/07 semestre: II CFU: 3 Ore: 28 (16 Lezioni+12 laboratorio) docente: Giuseppe Porzio Mutuato dal CdL in Fisica Assiomi della Meccanica Quantistica e introduzione alla Computazione Quantistica SSD: FIS/01 semestre: II CFU: 3 ore: 24 docente: Paolo Silvestrini Come si muovono i vortici? SSD: MAT/07 semestre: II CFU:3 ore: 24 docente: Giorgio Riccardi

Allegato 3 -Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA a.a. 2021/2022

	Ogni anno accademico gli studenti possono partecipare alle attività di tutorato rivolte agli studenti del corso di laurea triennale in Matematica, sotto la supervisione di un docente del CdL triennale in Matematica (tutor). Il tutorato comprende alcune delle seguenti attività:
	<ul> <li>preparazione di materiale didattico (quali ad esempio soluzioni di esercizi d'esame, ecc.);</li> <li>spiegazioni a studenti in debito d'esame;</li> <li>assistenza durante le ore in laboratorio.</li> </ul>
Attività di tutorato (Attività Professionalizzanti)	Il numero di CFU acquisibili è pari a 3 e indicativamente l'impegno sarà così distribuito:
	<ul> <li>25 ore di spiegazioni/soluzione di esercizi e 50 ore di preparazione di materiale didattico e studio individuale; oppure</li> <li>25 ore di assistenza in laboratorio e 50 ore di preparazione di materiale didattico e studio individuale.</li> </ul>
	Gli studenti interessati a tali attività dovranno presentare domanda al CCSA entro il 20 settembre di ogni anno per gli insegnamenti del primo semestre e entro il 15 febbraio per gli insegnamenti del secondo semestre. Le richieste saranno vagliate da una commissione che valuterà le domande.
Lettura di testi e/o articoli scientifici	Il numero di CFU acquisibili è stabilito caso per caso su indicazione del tutor.

## **Tutorato**

All'atto dell'iscrizione, a ciascuno studente è assegnato un tutore. I tutori sono, di norma, docenti operanti nel corso di studio (cfr. Art. 11 del Regolamento Didattico).

Per l'a.a. 2021/2022 ad ogni studente è assegnato un tutore, secondo la seguente tabella.

Tabella T- ElencoTutor		
P. Maremonti		
G. Toraldo		
V. Napolitano		
G. Pisante		
A.Russo		

## Docenti di Riferimento

	Docenti di Riferimento Laurea Magistrale in Matematica				
Peso	Docente	SSD	INSEGNAMENTO		
1	Maremonti Paolo	MAT/07 (B)	Equazioni di Navier-Stokes (B) MAT/07		
			Fisica Matematica Superiore (B) MAT/07		
1	Napolitano Vito	MAT/03 (B)	Geometria Differenziale (B) MAT/03		
1	Pisante Giovanni	MAT/05 (B)	Analisi Funzionale (B) MAT/05		
1	Riccardi Giorgio	MAT/07 (B)	Applicazioni della Meccanica dei Fluidi (C) MAT/07		
			Meccanica Superiore (B) MAT/07		
1	Russo Alessio	MAT/02 (B)	Teoria dei Gruppi (B) MAT/02		
1	Toraldo Gerardo	MAT/08 (B)	Calcolo Scientifico (B) MAT/08		
		, ,	Metodi Numerici per l'Analisi dei Dati (B) MAT/08		

1	Umberto Dello Iacono	MAT/04 (C)	Didattica della Matematica (C) MAT/04
1	Giovanni Zini	MAT/03 (B)	Geometria Algebrica (B) MAT/03

Allegato 4 al Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Matematica a.a. 2021/2022

# **SCHEDE D'INSEGNAMENTO**

Insegnamento di Abilità Informatiche e Telematiche

Corso di laurea in Matematica Magistrale

SSD: ING-INF/05

CFU: 2

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: -

Periodo di Erogazione: I Semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
d'insegnamento		
Contenuti	Il programma si articola nello studio di alcuni aspetti specifici dell'informatica e	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali,
	delle sue applicazioni nel mondo reale attraverso lo l'approfondimento di articoli monografici proposti dal docente o dallo studente stesso.	tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	Non applicabile	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
Obiettivi formativi	Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono
	Il corso mira allo stimolo dell'autonomia e dell'autoformazione in ambito	esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda
	informatico. Il metodo utilizzato è quello di assegnare allo studente un tema	dall'apprendimento dello studente al termine del processo
	(scelto dallo studente stesso all'interno di una rosa) lasciando allo studente di	formativo. Occorre fare riferimento ai primi due
	approfondire tale tema fino ad un livello tale da sostenere una discussione.	descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding);
	Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare:	Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione
	• autonomia di giudizio: nella valutazione del grado di preparazione	(applying knowledge and understanding).
	raggiunto;	Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che

	<ul> <li>capacità di apprendere: cercando materiale integrativo in biblioteche o in rete;</li> <li>abilità comunicative: nell'argomentare il proprio punto di vista su questioni specifiche sollevate dal docente.</li> </ul>	corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	-	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Studio del materiale concordato con il docente ed approfondimento individuale.	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.  Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.  In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni	E' previsto il caricamento on-line di materiale didattico.	Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame si compone in una discussione orale legata al tema scelto dallo studente. Durante la discussione, il docente approfondirà uno o più aspetto nell'ottica della valutare il grado di autonomia maturato dallo studente.  Il voto finale sarà espresso in termini di idoneità (idoneo/non idoneo).	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare: - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione - per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale

	Gli studenti dovranno presentarsi alla prova muniti di documento di riconoscimento. Non sarà consentita la consultazione di materiale didattico e/o elettronico personale (smartphone, tablet, etc)	prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove  - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.
		Inoltre va indicato: - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova; - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);
		Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.
		Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso		Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:  - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione  - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato  - se prevede attività seminariali e quali  - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove  - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo  - se è previsto un lavoro laboratoriale  - se è previsto un lavoro in gruppi di studio

	- eventuali differenziazioni per gruppi di stu -ogni quant'altra informazione perché sia cl e trasparente il patto formativo con lo stude	hiaro, esaustivo
--	---	------------------

## **SCHEDA INSEGNAMENTO**

Corso di laurea Magistrale matematica

Insegnamento: Algebra commutativa

SSD: MAT/02

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: 1

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	Nozioni fondamentali dell'algebra commutativa come anelli commutativi unitari, anelli locali, anelli noetheriani e artiniani, anelli di Dedekind. Moduli. Spettro di un anello	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	Atiyah, Michael Francis; Mac Donald, Ian Grant, Introduction to commutative algebra, Addison-Wesley Publishing Co.,1969  Sharp R.Y., Steps in Commutative Algebra, Cambridge University Press, 2000	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
Obiettivi formativi	Lo studente dovrà aver acquisito le nozioni fondamentali dell'algebra commutativa e dovrà essere in grado di applicare le tecniche e metodologie studiate per la risoluzione di esercizi.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione

		(applying knowledge and understanding).
		Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Nozioni di base di algebra, come gruppi, anelli e campi	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Lezioni frontali e risoluzioni di esercizi	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.
		Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.
		In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni		Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line; - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni; - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	Esame scritto e orale	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare: - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione

		- per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.
		Inoltre va indicato: - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova; - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);
		Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.
		Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso	Richiami di base di teoria degli anelli - Prodotti diretti di anelli. Ideali massimali, primi, irriducibili e primari. Operazioni su ideali (somma, intersezione, prodotto). Il teorema cinese dei resti per anelli. Radicale di un ideale, nilradicale, radicale di Jacobson e ideali quozienti. Estensione e contrazione di ideali. Anelli locali, anelli di frazioni e localizzazioni. Anelli di valutazioni. Condizioni su catene ascendenti e discendenti e proprietà equivalenti. Anelli noetheriani e artiniani. Il Teorema della Base di Hilbert. Decomposizione primaria in anelli noetheriani. La topologia di Zariski sullo spettro primo di un anello. Estensioni intere. Anelli di Dedekind. Il Teorema degli zeri di Hilbert. Moduli, sottomoduli e loro operazioni. Annullatore di un modulo. Moduli fedeli. Somme dirette e prodotti diretti di moduli. Moduli su anelli noetheriani Moduli finitamente generati, moduli liberi. Lemma del serpente	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:  - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione  - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato  - se prevede attività seminariali e quali  - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove  - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo

- se è previsto un lavoro laboratoriale
- se è previsto un lavoro in gruppi di studio
- eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus
-ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo
e trasparente il patto formativo con lo studente.
* *

Teaching language	Italian
Contents	Fundamental notions of commutative algebra: commutative rings, local rings, Noetherian and Artinian rings. Dedekind domains. Modules.
Textbook and course materials	Atiyah, Michael Francis; Mac Donald, Ian Grant, Introduction to commutative algebra, Addison-Wesley Publishing Co.,1969  Sharp R.Y., Steps in Commutative Algebra, Cambridge University Press, 2000
Course objectives	Students should acquire the basic knowledges in commutative algebra and apply notions and techniques in the solution of exercises
Prerequisites	Basic notions on groups, rings and fields
Teaching methods	Lectures and exercises
Evaluation methods	Written and oral exam

### **Course Syllabus**

Basic ring theory. Direct products of rings. Ideals: prime, maximal, irreducible and primary. Operations on ideals: sum, product, intersection and quotient. Chinese remainder theorem. Radical of an ideal, Jacobson radical. Extensions and contractions of ideals. Local rings, localizations. Valuations rings. Ascending and descending chain conditions. Noetherian and Artinian rings. Hilbert's Basis Theorem. Primary decomposition in Noetherian rings. Spectrum of a commutative ring and Zariski topology. Integral extensions. Dedekind domains. Hilbert Nullstellensatz. Modules, submodules and operation on submodules. Annihilator of a module. Faithful module. Direct sum and product of modules on Noetherian rings. Finitely generated modules, free module, rank of module. Snake lemma.

# Insegnamento di Analisi dei dati multidimensionali

Corso di laurea Magistrale in **Matematica** 

SSD: SECS/01

CFU: 8=6L+2La

Legenda: L=Lezioni, E=Esercitazioni, La=Attività di Laboratorio

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 72

Periodo di Erogazione: Secondo semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	Programma sintetico  1. Richiami di Statistica descrittiva  2. Analisi multidimensionale dei dati: Analisi in Componenti Principali; Analisi delle Corrispondenze semplici, Cenni di Analisi delle corrispondenze multiple ;Classificazione automatica  3. Analisi statistica dei dati con R	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	<ol> <li>Carlo Lauro, Gherghi Marco. Analisi Multidimensionale dei Dati. RCE Edizioni</li> <li>Sergio Bolasco. Analisi multidimensionale dei dati. Carocci Editore.</li> </ol>	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)

Obiettivi formativi	Il corso è finalizzato a fornire le basi metodologiche ed applicative per la comprensione dei concetti comunemente utilizzati nell'Analisi dei dati, cioè di quei metodi il cui obiettivo consiste nel produrre delle dimensioni (fattori) attraverso le quali semplificare, sintetizzare e rappresentare un fenomeno oggetto di studio. Le tecniche presentate nell'ambito del corso saranno pertanto trattate da un punto di vista applicativo attraverso il meta-linguaggio di programmazione cran-R. L'obiettivo consisterà nel fornire agli studenti gli strumenti necessari per sviluppare la capacità di applicare i concetti appresi attraverso lo svolgimento di analisi (in laboratorio informatico) da condursi su banche dati che permettono di coprire un'ampia gamma di problemi nel contesto economico e finanziario. Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di: selezionare in maniera critica il metodo di analisi maggiormente rispondente alle esigenze del fenomeno oggetto di studio; di interpretare e presentare i risultati ottenuti.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding). Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	L'approccio al programma formativo richiede conoscenze di Statistica di base ed Algebra lineare, pertanto sono propedeutici a tale corso l'esame di Probabilità e Statistica e l'esame di Algebra lineare.	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Il corso è articolato 72 ore di lezioni frontali (di cui 15 per richiami sulle nozioni di base di Statistica descrittiva, 33 per Analisi dei dati) e 24 ore di esercitazione.  La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente suggerita.	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.  Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.  In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni	Le slide delle lezioni saranno condivise con gli studenti tramite sharepoint.	Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.

Modalità di verifica	Per la verifica dell'apprendimento è prevista una prova orale con	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica
dell'apprendimento	discussione di un elaborato scritto relativo ad un caso studio	dell'apprendimento. In particolare:
* *	risolto utilizzando il software R.	- per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione
		- per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove
		- se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.
		Inoltre va indicato: - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova;
		- Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);
		Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande);
		quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso;
		specificare la tipologia di esame orale.
		Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso	Richiami di statistica descrittiva: concetti di base.	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con
corre	Analisi congiunta di due variabili: la dipendenza e la correlazione .Introduzione all'analisi congiunta di più variabili	specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:
		- al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione
	Metodi di analisi multidimensionale dei dati: obiettivi e tecniche e	- se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato
	strutture di dati Sintesi dell'informazione- proiezione ortogonale; ricerca	- se prevede attività seminariali e quali
	del sottospazio di proiezione ottimale;- formalizzazione e soluzione del problema;- autovalori e autovettori;- capacità informativa della sintesi.	<ul><li>se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove</li><li>se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo</li></ul>
	ргоолета,- ишочиют е ишоченот,- сирисни туоттинчи иени smiest.	so of saturno escretazioni, quante o di one apo

### Analisi in componenti principali- Definizione del metodo;

- trasformazione della matrici di partenza;- formalizzazione del metodo nello spazio delle variabili;- scelta del numero di dimensioni- contributi agli assi e qualità della rappresentazione;- formalizzazione del metodo nello spazio degli individui;- rappresentazione congiunta unità/variabili.

Analisi delle corrispondenze- Definizione e matrice dei dati di partenza;misure di connessione;- trasformazioni su tabella a doppia entrata: profili
riga e colonna;- interpretazione geometrica;- Formalizzazione del
problema;- Esempi di applicazione.

Analisi corrispondenze multiple - codifica dell'informazione; - collegamento con il caso bivariato;

Classificazione automatica- misure di dissimilarità e distanze;- metriche ed ultrametriche;- classificazione gerarchica;- criteri di aggregazione;- procedura agglomerativa;- qualità della soluzione;- classificazione non gerarchica;- procedure (centri mobili, nubi dinamiche, K-medie);- Approcci ibridi: analisi fattoriale e classificazione automatica;- Approcci ibridi: combinazione di metodi gerarchici e non gerarchici.

Analisi statistica dei dati con R Introduzione all'ambiente R: nozioni di sintassi; Vettori, Matrici, Array e Liste in ROrganizzazione ed elaborazione dei dati in R; Il dataframe: importazione dei dati; Introduzione all'analisi dei dati in R: analisi in componenti principali, analisi delle corrispondenze e cluster analysis; l'ambiente grafico in R.

- se è previsto un lavoro laboratoriale
- se è previsto un lavoro in gruppi di studio
- eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus -ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.

Corso di laurea: LM Matematica

**Insegnamento: Analisi Funzionale** 

SSD: MAT/05

CFU: 6

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 48

Periodo di Erogazione: Primo Semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	<ul> <li>Gli argomenti trattati saranno i seguenti: <ul> <li>Il teorema di Hahn-Banach: forme analitiche e geometriche e applicazioni.</li> <li>Il teorema di Banach-Steinhaus e sue conseguenze.</li> <li>Topologie deboli.</li> <li>Spazi riflessivi, separabili ed uniformemente convessi.</li> <li>Operatori compatti tra spazi di Banach.</li> <li>Introduzione alla teoria delle distribuzioni e trasformata di Fourier.</li> </ul> </li> </ul>	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	<ul> <li>Brezis, Haim Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations. Universitext. Springer, New York, 2011. xiv+599 pp. ISBN: 978-0-387-70913-0</li> <li>Kesavan, S., Topics in Functional Analysis and Applications. Wiley, 1989. ISBN: 8122400620, 9788122400625</li> </ul>	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)

	- <u>Lieb, Elliott H.; Loss, Michael</u> Analysis. Second edition. <u>Graduate Studies</u> <u>in Mathematics, 14.</u> American Mathematical Society, Providence, RI, 2001. xxii+346 pp. ISBN: 0-8218-2783-9	
Obiettivi formativi	Il corso ha come obiettivo quello di rendere lo studente capace di assimilare le conoscenze acquisite e di saperle applicare in diversi ambiti dell'Analisi Matematica. Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare di conoscere e saper applicare le nozioni di base dell'Analisi Funzionale, le nozioni di base e i principali risultati della teoria delle distribuzioni di Schwarz, aver la capacità di argomentare sulle connessioni tra le diverse teorie presentate al corso e sulle varie applicazioni.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding).
		Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Si richiede la conoscenza degli argomenti di base di Analisi Matematica, tra cui in particolare: calcolo differenziale, successioni di funzioni, teoria della misura e spazi di Lebesgue.	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Lezioni Frontali	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.
		Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.
		In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni		Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo

		studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	La verifica e la valutazione del livello di conoscenza da parte dello studente avverranno attraverso una prova orale. La prova consisterà in una serie di domande sugli argomenti trattati al corso con il duplice scopo di verificare il livello di apprendimento degli argomenti presentati al corso e la capacità di applicare le nozioni e le tecniche apprese.	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare:  - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione  - per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove  - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.  Inoltre va indicato:  - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova;  - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);  Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.
		Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove

		scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso	Sarà disponibile sul sito del docente al termine del corso	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:  - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione  - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato  - se prevede attività seminariali e quali  - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove  - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo  - se è previsto un lavoro laboratoriale  - se è previsto un lavoro in gruppi di studio  - eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus  - ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo  e trasparente il patto formativo con lo studente.

Corso di laurea: LM Matematica

**Insegnamento: Analisi Superiore** 

SSD: MAT/05

CFU: 6

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 48

Periodo di Erogazione: Secondo Semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	<ul> <li>Spazi L<sup>p</sup></li> <li>Spazi di Hilbert</li> <li>Spazi di Sobolev</li> <li>Equazioni alle derivate parziali</li> </ul>	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	<ul> <li>H. Brezis Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations</li> <li>L.C.Evans Partial Differential Equations</li> </ul>	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
Obiettivi formativi	I risultati attesi dell'insegnamento sono conoscenza degli strumenti classici degli spazi di Banach e di Hilbert, con applicazioni agli spazi di Lebesgue, di Sobolev e alle equazioni differenziali.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione

		(applying knowledge and understanding).
		Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Calcolo differenziale e integrale classico.  Teoria dell'integrazione di Lebesgue; spazi di Lebesgue di funzioni sommabili.	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Lezioni Frontali	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.  Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.  In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni	Saranno disponibili on line le registrazioni delle lezioni e le slides utilizzate durante la lezione.	Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	Colloquio orale	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare: - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione

		- per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.
		Inoltre va indicato:  - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova;  - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);
		Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso;
	Disposibile on line outsite del decoute el tempine del cons	specificare la tipologia di esame orale.  Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso	Disponibile on-line sul sito del docente al termine del corso	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:  - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione  - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato - se prevede attività seminariali e quali - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo

- se è previsto un lavoro in gruppi di studio - eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus - ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.
--

# Insegnamento Applicazioni della Meccanica dei Fluidi

Corso di laurea Magistrale in Matematica

SSD: MAT/07

CFU: 8=5L+3E

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 8

Periodo di Erogazione: I semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	Elementi di base della Fluidodinamica Incomprimibile, con particolare riferimento alla dinamica della vorticità. Breve introduzione alla Fluidodinamica Comprimibile	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	Parte generale introductiva:  RE Meyer: Introduction to Mathematical Fluid Dynamics, Dover Publications (1971)  GK Batchelor: An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press (2000)  G Riccardi, D Durante: Elementi di Fluidodinamica, La Matematica per il 3+2 Springer (2006)	(per esercizi oppure per argomenu specifici)
	Applicazioni a flussi rotazionali:  PG Saffman: Vortex Dynamics, Cambridge University Press (1992)  LM Milne-Thomson: Theoretical Aerodynamics, Dover Publications (1958)  AJ Majda, AL Bertozzi: Vorticity and Incompressible Flow, Cambridge texts in	

	Applied Mathematics (2002)	
	Strato limite:	
	RE Meyer: Introduction to Mathematical Fluid Dynamics, Dover Publications (1971)	
	H Schlichting, Boundary-Layer Theory, seventh edition, Mc Graw Hill (1979)	
Obiettivi formativi	Al termine del corso, lo studente è in grado di studiare autonomamente un qualunque testo di Meccanica dei Fluidi, avendo una solida conoscenza delle basi fisico/matematiche e degli strumenti essenziali per lo studio di tale materia.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo
	Viene inoltre curato l'aspetto applicativo computazionale in modo da mettere in grado lo studente di costruire autonomamente algoritmi e codici di calcolo per simulare alcune tipologie semplici di flussi.	formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle
	Anche se il corso non affronta lo studio della Turbolenza, lo studente è in grado di intraprenderlo autonomamente.	conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding).
		Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Conoscenze di base della fisica classica e degli strumenti dell'analisi matematica, con particolare riferimento alle equazioni differenziali ordinarie ed alle derivate parziali.	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	40 ore di lezioni frontali, in cui viene curata la comprensione di ciascun argomento attraverso esercizi collettivi, e 24 ore di esercitazioni al calcolatore.	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.
		Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.
		In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale

		minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni	Non sono previste slides.	Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	La verifica del livello di apprendimento dello studente avviene tramite l'assegnazione di una esercitazione e la successiva discussione del lavoro svolto e dei risultati ottenuti. Il periodo di tempo necessario per produrre i lavoro ed i risultati viene concordato con lo studente. Entro limiti ragionevol (qualche settimana), il tempo impiegato non incide sulla valutazione de profitto.  Per poter sostenere la discussione del proprio lavoro è obbligatorio esibire un documento di riconoscimento valido.	verifica dell'apprendimento. In particolare:   - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il   superamento e i parametri di valutazione   - per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte   e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova   orale: inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla)

		Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per	Richiami di cinematica (0.5 cfu):	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con
esteso	il flusso e le sue rappresentazioni; il campo di velocità:traiettorie, linee di corrente e linee di fumo; evoluzione dell'elemento di volume; decomposizione del gradiente di velocità; il potenziale di velocità; il campo delle accelerazioni	
	Equazioni di bilancio (0.5 cfu):	<ul> <li>se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo</li> <li>se è previsto un lavoro laboratoriale</li> </ul>
	teorema del trasporto; equazione di continuità; la funzione di corrente; equazione della quantità di moto; equazione del momento della quantità di moto; equazione costitutiva: fluidi Newtoniani; equazione di Bernoullli; equazione dell'energia: equazione di bilancio per l'entropia, equazione per la temperatura	<ul> <li>se è previsto un lavoro in gruppi di studio</li> <li>eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus</li> <li>ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.</li> </ul>
	Le proprietà rotazionali del flusso (1 cfu):	
	equazione di Helmholtz; il tubo vorticoso; la legge di Biot-Savart; l'approssimazione di vortice pountiforme: potenziale complesso, conservazione del momento del primo ordine, dinamica dei vortici puntiformi, integrali primi del moto; l'approssimazione di curva vorticosa in un flusso piano: definizione di curva vorticosa, dinamica di una curva vorticosa; vortici piani uniformi, contour dynamics e configurazioni stazionarie	
	Esercitazioni al calcolatore (1 cfu)	
	Considerazioni introduttive sui flussi bidimensionali attorno a corpi limitati (1 cfu):	
	la portanza; il paradosso di d'Alembert; analisi del flusso piano con formulazioni integrali; analisi del flusso piano col potenziale complesso: flusso nel semispazio, flusso all'esterno di un cerchio, trasformazioni conformi; il teorema di Blasius e le sue generalizzazioni; la forza su un corpo immerso in un flusso piano; genesi della	

portanza e della resistenza

Esercitazioni al calcolatore (1 cfu)

### L'approssimazione di strato limite (1 cfu):

un esempio di perturbazione singolare 1D; strato limite su lastra piana semiinfinita in una corrente uniforme; strato limite su una lastra piana semiinfinita in una corrente non uniforme; descrizione integrale dello strato limite su lastra piana; strato limite termico: strato limite termico su una lastra piana semiinfinita in una corrente uniforme, flusso a densità costante, lastra piana con numero di Prandtl unitario

### Flussi di fluidi comprimibili (1 cfu):

la propagazione di piccoli disturbi; flusso monodimensionale omoentropico; flussi stazionari; relazioni di salto e struttura dell'urto: relazioni di salto, soluzione di Becker, calcolo numerico della soluzione di Becker; flussi quasi-monodimensionali (ugelli propulsivi)

Esercitazioni al calcolatore (1 cfu)

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento: Calcolo delle Probabilità

SSD: MAT/07

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: Secondo Semestre (marzo-giugno)

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	Strumenti matematici avanzati per la formalizzazione della Teoria della Probabilità, con particolare riferimento ai processi stocastici. Variabili aleatorie. Processi stocastici.	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	Appunti scritti e distribuiti dal docente; B. CARBONARO & F. VITALE, Fondamenti di Probabilità e Statistica, CEA, Milano, 2010; G. F. LAWLER, Introduction to Stochastic Processes, Chapman and Hall, Boca Raton, 2006.	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
Obiettivi formativi	Ci si attende che lo studente ricavi dal corso la capacità di ragionare in termini probabilistici, con rigore e competenza, nelle applicazioni scientifiche in generale, e che soprattutto acquisisca la capacità di scegliere ed applicare correttamente i modelli stocastici appropriati nella descrizione dei fenomeni; ci si attende inoltre che dalla competenza acquisita egli ricavi anche la capacità di imparare dall'esperienza, formulando regole probabili e mettendole alla prova in base alla logica probabilistica.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding).

		Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Si richiede allo studente una conoscenza di base dell'algebra e dell'analisi matematica. Le competenze acquisite nel corso di laurea triennale saranno più che sufficienti ad affrontare, seguire e comprendere appieno gli argomenti del corso.	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Essenzialmente, lezioni frontali (per un totale di 64 ore), nelle quali tuttavia non si manca di stimolare la discussione e il dialogo docente-studente.	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.
		Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.
		In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni	Non sono previste attività di tutorato, ma – su richiesta degli studenti – potranno esservi cicli di incontri extra-corso, sia per chiarire eventuali dubbi, sia per soddisfare eventuali esigenze di approfondimento e sviluppo degli argomenti trattati	Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line; - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni; - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	Esami orali. Come il corso è basato essenzialmente sulla discussione, così è basata sulla discussione la prova d'esame. Parametri di valutazione saranno la capacità di riflettere sui problemi, darne una formulazione matematica e proporne una soluzione, nonché l'agilità nel maneggiare le nozioni necessarie alla deduzione delle proprietà più importanti delle variabili aleatorie e dei processi	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare: - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione - per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale

	stocastici. I requisiti minimi per il superamento dell'esame saranno soprattutto la risoluzione di almeno uno dei problemi proposti, la capacità di riprodurre autonomamente almeno una dimostrazione, e l'esemplificazione di almeno uno dei processi stocastici oggetto del corso.	prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove  - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.
		Inoltre va indicato: - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova; - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);
		Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.
		Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso	1. Aspetti fondamentali della Teoria della Misura e dell'Integrazione in R^n. Teorema di Radon-Nikodym. Elementi di Teoria delle Distribuzioni. Densità delle variabili aleatorie discrete. (12 ore) 2. Proprietà avanzate delle variabili aleatorie. Funzione generatrice dei momenti, funzione generatrice delle probabilità e funzione caratteristica di una variabile aleatoria. Variabili aleatorie continue speciali.(12 ore) 3. Processi stocastici: definizione e classificazione. Processi stocastici notevoli: il processo uniforme, i processi bernoulliani, il processo di Poisson, la «marcia a caso», il problema della «rovina del giocatore».(8 ore) 4. Catene di Markov, stazionarie e non. Caratteristiche della	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento: - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato - se prevede attività seminariali e quali - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo - se è previsto un lavoro laboratoriale - se è previsto un lavoro in gruppi di studio

matrice di transizione. Catene di Markov irriducibili e riducibili. Distribuzione asintotica. Teorema di Markov.(20 ore) <b>5.</b> Martingale.(12 ore)	- eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus -ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.
--	---

# Corso di Laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento: Calcolo Scientifico

SSD: MAT/08 (Analisi Numerica)

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 72

Periodo di Erogazione: 1° semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano	
Contenuti	Programma sintetico  - Risoluzione numerica del problema dei minimi quadrati lineare Metodi di Krylov per la risoluzione di sistemi lineari Metodi numerici per il calcolo di autovalori e autovettori di matrici Risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie.	
Testi di riferimento	<ol> <li>Å. Björck, Numerical Methods for Least Squares Problems, SIAM, 1996.</li> <li>Y. Saad, Iterative Methods for Sparse Linear Systems, 2<sup>nd</sup> edition, SIAM, 2003.</li> <li>A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, P. Gervasio, Matematica Numerica, 4<sup>a</sup> edizione, Springer, 2014.</li> </ol>	
Obiettivi formativi	iettivi formativi Conoscenze e capacità di comprensione: al termine del corso lo studente dovra aver acquisito una solida conoscenza di metodologie e strumenti per lo svilupp l'analisi di metodi e software numerici per la risoluzione di problemi matemati che sono alla base della modellazione e simulazione numerica di applicazioni scientifiche.	
	Applicazione delle conoscenze e della capacità di comprensione: al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di scegliere ed applicare, tra le metodologie e gli strumenti acquisiti, quelli più adatti a una (semplice) applicazione scientifica.	
	Abilità comunicative: al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di comunicare idee e strumenti per la risoluzione numerica di problemi del calcolo scientifico, e di esporre in maniera chiara eventuali risultati ottenuti con tali strumenti.	
Prerequisiti	L'insegnamento non prevede propedeuticità, ma presuppone la conoscenza di argomenti generalmente trattati in un corso di laurea triennale in matematica, tra i quali gli argomenti di un corso di base di analisi numerica.	
Metodologie didattiche	Il corso si articola in 48 ore di lezioni frontali, corrispondenti a 6 CFU, e 24 ore di attività in laboratorio, corrispondenti a 2 CFU.  La frequenza non è obbligatoria, ma è fortemente consigliata.	
Altre informazioni	Eventuale materiale didattico aggiuntivo rispetto ai testi di riferimento e prove di laboratorio d'esame precedentemente assegnate saranno disponibili sulla	

piattaforma e-learning di Ateneo (<a href="https://elearning.unicampania.it/">https://elearning.unicampania.it/</a>), dove sarà attivato il corso "Calcolo Scientifico", a cui gli studenti avranno accesso con le credenziali di Ateneo.

# Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento consiste di norma in una prova di laboratorio, della durata di due ore, e in una prova orale. Durante la prova di laboratorio può essere richiesto l'uso di programmi MATLAB sviluppati durante il corso.

La prova di laboratorio e la prova orale sono valutate in trentesimi. Il minimo per superare ciascuna prova è 18/30; prove particolarmente brillanti sono valutate con 30/30 e lode. Per accedere alla prova orale bisogna aver superato la prova di laboratorio. Quest'ultima ha un peso del 40% sulla valutazione complessiva.

La prova di laboratorio ha validità per una intera sessione d'esame. Lo studente può ripetere la prova di laboratorio nella medesima sessione; in tal caso, si assume come valutazione quella corrispondente alla prova più recente.

La prova di laboratorio può essere sostituita da due prove di laboratorio parziali, eseguite durante lo svolgimento del corso. Una valutazione non inferiore a 18/30 in entrambe le prove parziali dà diritto all'esonero dalla prova di laboratorio per l'intera durata dell'anno accademico.

Per partecipare a qualsiasi prova è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità.

# Programma per esteso

#### ARGOMENTI

1. Risoluzione numerica del problema dei minimi quadrati lineare.

Il problema dei minimi quadrati lineare: formulazione, interpretazione geometrica, equazioni normali e loro risoluzione mediante fattorizzazione di Cholesky e fattorizzazione QR (nel caso di matrici con rango massimo). Esistenza della fattorizzazione QR. Relazione tra fattorizzazione QR e fattorizzazione di Cholesky. Trasformazioni ortogonali di Givens e di Householder, calcolo della fattorizzazione QR mediante tali trasformazioni. Calcolo della fattorizzazione QR mediante ortogonalizzazione di Gram-Schmidt. Confronto tra i metodi suddetti per la risoluzione del problema dei minimi quadrati, in termini di accuratezza e costo computazionale.

2. Metodi di Krylov per la risoluzione di sistemi lineari: il metodo del Gradiente Coniugato e il metodo GMRES.

Equivalenza tra la risoluzione di sistemi lineari con matrice simmetrica definita positiva e la minimizzazione di funzioni quadratiche strettamente convesse. Metodo del gradiente: formulazione, proprietà, convergenza, complessità computazionale. Metodi delle direzioni coniugate. Metodo del Gradiente Coniugato: formulazione, proprietà, relazioni tra spettro della matrice ed errore, complessità computazionale. Il metodo del Gradiente Coniugato precondizionato. Precondizionatore diagonale, precondizionatori basati sulla fattorizzazione incompleta di Cholesky. Metodi di proiezione ortogonale e obliqua: formulazione, interpretazione geometrica, proprietà di ottimo (minimizzazione dell'errore e del residuo). Metodi di proiezione su sottospazi di Krylov. Il metodo del Gradiente Coniugato come metodo di proiezione ortogonale su sottospazi di Krylov. Il metodo GMRES: formulazione, breakdown, convergenza, complessità computazionale. Versioni "restarted" e "truncated" del metodo GMRES. Cenni sul

precondizionamento del metodo GMRES e sui precondizionatori basati sulla fattorizzazione LU incompleta.

### 3. Metodi numerici per il calcolo di autovalori e autovettori di matrici.

Richiami su autovalori e autovettori di matrici. Un'applicazione di un problema agli autovalori: l'algoritmo PageRank di Google. Decomposizioni di Schur e di Jordan. Quoziente di Rayleigh e teorema di Courant-Fischer (min-max) per gli autovalori di matrici hermitiane. Localizzazione degli autovalori mediante i teoremi di Gershgorin. Condizionamento del problema agli autovalori nel caso di matrici diagonalizzabili, condizionamento rispetto a un autovalore semplice e a un autovettore corrispondente. Metodo delle potenze, delle potenze inverse e delle potenze con shift. Metodo QR per il calcolo degli autovalori: formulazione di base, algoritmo per matrici in forma di Hessenberg, trasformazioni per similitudine in forma di Hessenberg superiore, algoritmo QR con shift, convergenza.

#### 4. Risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie.

Richiami sui problemi di Cauchy per le equazioni differenziali ordinarie. Introduzione ai metodi a un passo per la risoluzione di problemi di Cauchy per le equazioni differenziali ordinarie: metodo di Eulero in avanti e metodo di Eulero all'indietro; consistenza, convergenza, zero-stabilità, stabilità assoluta ed errore di roundoff di tali metodi. Teorema di equivalenza di Dahlquist. Metodi di Runge-Kutta espliciti. Relazione tra stadi e ordine di un metodo di Runge-Kutta. Adattatività del passo nei metodi di Runge-Kutta, metodo di Runge-Kutta-Fehlberg. Metodi multistep lineari di Adams-Bashforth e Adams-Moulton. Consistenza, zero-stabilità, convergenza, assoluta stabilità dei metodi di Runge-Kutta e dei metodi di Adams. Risoluzione col metodo di Newton delle equazioni non lineari che si presentano nei metodi impliciti. Cenni ai problemi stiff.

### ATTIVITA' DI LABORATORIO

Costituiscono parte integrante del programma del corso le attività di laboratorio di seguito elencate, svolte in ambiente MATLAB.

- Sviluppo di funzioni per la risoluzione del problema dei minimi quadrati lineare mediante fattorizzazione QR, basata su trasformazioni di Householder, su trasformazioni di Givens e sull'ortogonalizzazione di Gram-Schmidt. Applicazione di tali funzioni a un insieme di problemi test che mettano in luce le principali caratteristiche dei metodi implementati. Confronto dei risultati ottenuti risolvendo problemi ai minimi quadrati lineari, con matrici aventi differenti indici di condizionamento, mediante gli algoritmi di fattorizzazione QR suddetti e la fattorizzazione di Cholesky (funzione MATLAB chol) applicata alle equazioni normali.
- Sviluppo di funzioni che implementano il metodo del gradiente e il metodo del gradiente coniugato precondizionato, per la risoluzione di sistemi lineari con matrice simmetrica definita positiva. Costruzione di problemi test con matrice simmetrica definita positiva avente indice di condizionamento o autovalori assegnati, utilizzando la funzione MATLAB sprandsym. Testing delle implementazioni suddette su un insieme di sistemi lineari che metta in luce le proprietà dei metodi considerati, con particolare attenzione alle relazioni tra l'errore nel metodo del gradiente coniugato e le proprietà spettrali della matrice

del sistema. Confronto dei risultati ottenuti con quelli forniti dalla funzione pcg di MATLAB. Il metodo del gradiente coniugato deve essere applicato senza precondizionatore, con il precondizionatore diagonale e con un precondizionatore di tipo fattorizzazione di Cholesky incompleta, calcolato con la funzione ichol.

- Sviluppo di una funzione che implementa il metodo GMRES restarted per la risoluzione di sistemi lineari. Costruzione di problemi test che mettano in luce qualche proprietà del metodo, applicazione ad essi della funzione suddetta, analisi dei risultati e confronto con quelli ottenuti con la funzione gmres di MATLAB. Applicazione della funzione gmres di MATLAB con il precondizionatore diagonale e con un precondizionatore di tipo fattorizzazione LU incompleta, calcolato con la funzione ilu di MATLAB.
- Sviluppo di una funzione che implementa il metodo delle potenze per il calcolo dell'autovalore dominante di una matrice e di un autovettore corrispondente. Applicazione di tale funzione a problemi test che mettano in luce alcune proprietà del metodo implementato e analisi dei risultati. Applicazione delle funzioni condeig ed eig di MATLAB ad alcuni problemi test e analisi dei risultati.
- Sviluppo di funzioni che implementano il metodo di Eulero in avanti e il metodo di Runge-Kutta-Fehlberg e applicazione a problemi di Cauchy per equazioni e sistemi di equazioni differenziali ordinarie che mettano in luce le differenti caratteristiche dei metodi. Confronto dei risultati ottenuti con quelli forniti da altre funzioni della ode suite di MATLAB, tra le quali ode45.

### SCHEDA di INSEGNAMENTO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA

Corso di laurea MAGISTRALE IN MATEMATICA

SSD: MAT/04

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: Primo semestre

Lingua d'insegnamento	Italiano
Contenuti	Modelli classici dell'apprendimento della matematica. Teorie e ricerche in didattica della matematica. La competenza matematica. Ambienti digitali per l'apprendimento della matematica.
Testi di riferimento	<ul> <li>Anna Baccaglini Frank, Pietro Di Martino, Roberto Natalini, Giuseppe Rosolini, 2017. Didattica della matematica. Mondadori Università.</li> <li>Oltre al testo di riferimento il docente indicherà materiali utili (testi e dispense).</li> </ul>
Obiettivi formativi	Conoscenza e capacità di comprensione:  Il corso ha lo scopo di fornire conoscenze dei principali quadri teorici sviluppati in didattica della matematica e delle principali metodologie, inquadrando il tutto nel contesto storico e nel panorama generale della ricerca nazionale e internazionale e trattando i principali nodi concettuali dal punto di vista epistemologico.  Capacità di applicare conoscenza e comprensione:  Il corso ha lo scopo di stimolare l'analisi critica delle principali metodologie per l'insegnamento sviluppate nella ricerca in didattica della matematica, anche in riferimento allo specifico ruolo dell'insegnante, ai nodi concettuali, epistemologici, linguistici e didattici dell'insegnamento e apprendimento della matematica.  Autonomia di giudizio:

	Attraverso il corso si intende rendere gli studenti autonomi nella riflessione, a partire dall'analisi dei principali quadri teorici utilizzati in didattica della matematica, sulla costruzione di attività e di un curriculum di matematica coerente con gli obiettivi fissati dalle indicazioni nazionali per il primo ciclo, dalle indicazioni nazionali per i licei e dalle linee guida per gli istituti tecnici e professionali.
	Abilità comunicative:
	Il corso ha lo scopo di rafforzare gli strumenti matematici e linguistici utili a renderli in grado di comunicare problemi, idee e soluzioni riguardanti la matematica e l'educazione matematica e di esporre in modo chiaro e rigoroso le conoscenze acquisite.
	Capacità di apprendimento:
	Attraverso il corso si cerca di favorire lo sviluppo di una mentalità flessibile ed analitica che permetta agli studenti di individuare in modo autonomo quali conoscenze approfondire per l'analisi delle pratiche didattiche per l'apprendimento della matematica e, più in generale, per la gestione di un problema sia in campo matematico sia in ambiti diversi come quello lavorativo.
Prerequisiti	Le conoscenze di matematica della laurea triennale.
Metodologie	Attività laboratoriali singole e di gruppo, lettura e discussione di articoli scientifici: 24 ore
didattiche	Discussione guidata, lezioni frontali con supporti multimediali: 40 ore
Altre informazioni	Il corso verrà supportato dalla piattaforma online di ateneo e dalla piattaforma Microsoft Teams, attraverso le quali verranno:
	<ul> <li>condivisi i materiali didattici;</li> <li>avviate attività individuali, di gruppo e di revisione tra pari;</li> <li>gestite discussioni.</li> </ul>
Modalità di verifica dell'apprendimento	La prova di esame è finalizzata a valutare nel complesso le conoscenze e le capacità di comprensione dei concetti presentati durante il corso nonché le competenze acquisite. La verifica e la valutazione avverranno tramite una prova orale articolata in una parte seminariale, di approfondimento, ed un colloquio. Nella parte seminariale verrà valutata la capacità di approfondire un argomento e di presentarlo, verificando l'autonomia raggiunta. Nel colloquio verranno valutati la conoscenza dei contenuti degli argomenti esposti, la capacità di esporli in maniera critica e di contestualizzarli nell'ambito dell'educazione matematica. In entrambe le parti verranno valutate le competenze trasversali acquisite.
	La valutazione finale sarà espressa in trentesimi. La lode potrà essere attribuita agli studenti che dimostrino di essere in grado di applicare autonomamente conoscenze e competenze acquisite anche in contesti diversi da quelli proposti a lezione.

	Si prega gli studenti di presentare un valido documento di riconoscimento in fase di esame.
Programma per esteso	Introduzione alla Didattica della Matematica. Modelli classici dell'apprendimento della matematica: dal comportamentismo al socio-costruttivismo. Studi specifici sul pensiero matematico. Il sistema didattico. Teorie e ricerche in didattica della matematica (teoria delle situazioni, il contratto didattico, teoria della mediazione semiotica, teoria della commognizione, teoria dei concetti figurali, rappresentazioni semiotiche, il ruolo e la gestione dell'errore, gli aspetti linguistici, le convinzioni e gli atteggiamenti, i problemi-storia e modello C&D) e loro implicazioni per l'insegnamento. BES e DSA. La competenza matematica (problem solving, argomentare e dimostrare in matematica). Ambienti digitali per l'apprendimento della matematica (piattaforme di e-learning e social learning, software di matematica dinamica).
	Il corso prevede attività seminariali svolte dagli studenti a partire da articoli scientifici indicati dal docente. Prevede, anche, attività individuali e di gruppo, implementate su piattaforma e-learning di ateneo, svolte in aula dagli studenti con l'uso di smartphone e tablet.

Corso di laurea: Magistrale in Matematica

Insegnamento: Elementi di Relatività e Fisica Quantistica

SSD: FIS/01

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 8

Periodo di Erogazione: Secondo semestre

	LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Programma sintetico	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali,
Relatività ristretta	tracciando le principali tematiche di studio
Meccanica quantistica	
Effetti quantistici macroscopici	
Computazione quantistica	
Vincenzo Barone "Relatività. Principi e applicazioni", Ed. Bollati Boringhieri	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi
(2004)	possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo
Corrado Mencuccini, Vittorio Silvestrini "Fisica 1. Meccanica e termodinamica"	(per esercizi oppure per argomenti specifici)
(cap. XI), Ed. Liguori (2016)	
David J. Griffiths "Introduzione alla meccanica quantistica" Ed. Casa editrice	
Ambrosiana (2005)	
V. Corato, C. Granata, B. Ruggiero, P. Silvestrini "Elementi di Fisica moderma per l'informazione quantistica" Ed. Aracne (2005).	
	Programma sintetico Relatività ristretta Meccanica quantistica Effetti quantistici macroscopici Computazione quantistica Vincenzo Barone "Relatività. Principi e applicazioni", Ed. Bollati Boringhieri (2004)  Corrado Mencuccini, Vittorio Silvestrini "Fisica 1. Meccanica e termodinamica" (cap. XI), Ed. Liguori (2016)  David J. Griffiths "Introduzione alla meccanica quantistica" Ed. Casa editrice Ambrosiana (2005)  V. Corato, C. Granata, B. Ruggiero, P. Silvestrini "Elementi di Fisica moderma

Obiettivi formativi	Il corso fornisce una introduzione alla Relatività speciale nella prima sezione e alla Meccanica Quantistica nella seconda sezione, descrivendone l'apparato concettuale e matematico e svolgendo alcune semplici applicazioni. La sezione di meccanica quantistica affronta anche l'equazione di Dirac e le relative previsioni di spin e antimateria. Vengono infine esposti alcuni concetti di simmetria che sono alla base delle moderne teorie che spiegano le interazioni fondamentali.  Vi è infine un'altra sezione che fornisce una introduzione alla seconda rivoluzione quantistica che affronta le contemporanee tematiche di computazione quantistica e tecnologie quantistiche.  Il corso è consigliato a coloro che sono interessati a una carriera nell'insegnamento, perché colma un debito formativo e facilita l'accesso alla classe di insegnamento in Matematica e Fisica per le scuole superiori. Naturalmente, è anche consigliato per tutti coloro che sono interessati a vedere come vengono applicate alcune nozioni matematiche avanzate nel contesto della fisica moderna.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding).  Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Fisica generale 1, Fisica Generale 2, Algebra lineare, Analisi matematica 1 e Analisi matematica 2	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Lezioni frontali ed esercitazioni in aula. Seminari.	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.  Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.  In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni	Sono previsti seminari su specifici argomenti di particolare attualità. Gli argomenti saranno trattati in modo che sia accattivante e idoneo a una classe di studenti di Matematica.	Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;

		<ul><li>Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;</li><li>Se sono previste attività di tutorato.</li></ul>
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame prevede la discussione di una tesina su uno degli argomenti trattati durante il corso e di una prova orale consistente in alcune domande sugli argomenti principali del corso finalizzate a verificare la preparazione globale dello studente e in particolare la capacità di evidenziare sia gli aspetti formali che quelli concettuali degli argomenti affrontati durante il corso. Verrà inoltre valutata la proprietà di linguaggio tecnico acquisita dallo studente. Il voto finale terrà conto sia dalla discussione della tesina che dalla prova orale.  Per la partecipazione alla prova orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare:  - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione  - per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove  - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.  Inoltre va indicato:  - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova;  - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);  Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande);  quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.  Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità

# Programma esteso

per 1. Elementi di Relatività

- Etere "luminifero" ed esperimento di Michelson-Moreley
- I principi della relatività ristretta: principio di relatività e principio della costanza della velocità della luce.
- Trasformazioni di Lorentz: contrazione dello spazio e dilatazione del tempo, matrice di Lorentz, invariante relativistico, paradosso dei due gemelli.
- Cinematica relativistica: trasformazioni di velocità e accelerazioni, effetto Doppler relativistico
- Dinamica relativistica: impulso relativistico, energia cinetica relativistica, relazione energia-massa, equivalenza massa-energia, equazione di Minkowski.
- Formalismo e spazio-tempo di Minkowski: linee di universo e cono di luce, intervalli di genere tempo, spazio e luce, vettori, quadrivettori e quadritensori covarianti e controvarianti, elementi di calcolo tensoriale, metrica e tensore metrico dello spazio di Minkowski, quadrivettori spazio-tempo, velocità, forza, energia-impulso, carica-corrente.
- Formulazione covariante dell'elettromagnetismo: trasformazioni di campi elettrici e magnetici, richiami su potenziali vettori e scalari e le trasformazioni di gauge, gauge di Lorentz, 4-potenziale elettromagnetico e tensore elettromagnetico, espressione covariante delle equazioni di Maxwell.
- Cenni alla relatività generale e onde gravitazionali
- 2. Elementi di Meccanica Quantistica
- Crisi della Fisica classica
- Radiazione di corpo nero: legge di Stefan-Boltzman e di spostamento di Wien, teoria di Rayleigh-Jeans e catastrofe ultravioletta, teoria di Plank e costante di Planck.
- Effetto fotoelettrico ed effetto Compton.

Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:

- al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione
- se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato
- se prevede attività seminariali e quali
- se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove
- se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo
- se è previsto un lavoro laboratoriale
- se è previsto un lavoro in gruppi di studio
- eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus -ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.

- Spettri di assorbimento e di emissioni e primi modelli atomici per l'atomo di idrogeno: modello di Thomson, Rutherford e di Bohr.
- Esperimento di Frank-Hertz
- Ipotesi di De Broglie e dualismo onda-particella, esperimento della doppia fenditura e principio di complementarietà.
- Principio di indeterminazione di Heinsberg posizione-impulso ed energia-tempo.
- Equazione di Schrödinger dipendente e indipendente dal tempo (stati stazionari), Interpretazione fisica della funzione d'onda. Paradosso del gatto di Schrödinger .
- Formalismo della meccanica quantistica: osservabili fisiche, spazio di Hilbert, operatori hermitiani, significa fisico di autovalori e autovettori, commutatori di operatori, notazione di Dirac.
- Principio di sovrapposizione, valori medi, teorema di indeterminazione e teorema di Ehrenfest.
- Risoluzioni delle equazioni di Schrödinger di particolare interesse. Particelle in una buca infinita e finita, gradino di potenziale, effetto tunnel e principi di funzionamento del microscopio elettronico ad effetto tunnel. Oscillatore armonico: quantizzazione dell'energia e autofunzioni (polinomi di Hermite), risoluzione del problema agli autovalori tramite gli operatori di creazione e distruzione, cenni ai potenziali molecolari e alla spettroscopia vibrazionale. Fenomeni di luminescenza (Fosforescenza e Fluorescenza). Momento angolare e proiezione del momento: quantizzazione, polinomi di Legendre e armoniche sferiche, operatori di innalzamento e abbassamento, moto quantistico di una particella sulla circonferenza e sulla sfera. Atomo di idrogeno: quantizzazione dell'energia e del momento angolare (numeri quantici), polinomi di Laguerre, funzioni d'onda completa dell'atomo d'idrogeno. Orbitali s, p, d, f.
- Spin ed esperimento di Stern e Gerlach, teoria di Pauli dello spin, matrici di Pauli, momento magnetico classico di una particella. Cenni di risonanza magnetica nucleare e relativa applicazione alla diagnostica per immagini.
- Principio di Pauli, regola di Hund e configurazione elettronica degli atomi

- Paradosso EPR (Einstein, Podolsky e Rosen) e stati entanglement.
- Meccanica quantistica relativistica: equazione di continuità, equazione di Klein-Gordon, equazione di Dirac, spinori e matrici gamma di Dirac, soluzione dell'equazione di Dirac per la particella libera, spin e momento magnetico dell'elettrone. Interpretazioni delle soluzioni ad energia negativa. Mare di Dirac e antimateria. Esperimento di Anderson e scoperta dell'antielettrone (positrone). Cenni di tomografia ad emissione di positroni-elettroni (PET). Richiami di principio di minima azione, equazione di Eulero-Lagrange. Lagrangiana di Dirac.
- Fenomenologia delle interazioni fondamentali (modello standard).
- Simmetrie e teorema di Noether
- Trasformazioni globali e locali
- Gruppi di simmetria U(1), SU(2) e SU(3), rappresentazione fondamentale e generatori
- -Principio di invarianza di Weyl e cenni alle teorie di gauge
- 3. La seconda rivoluzione quantistica: introduzione alla computazione quantistica
- Sistemi a due stati. Oscillazioni di Rabi
- Effetti quantistici macroscopici : tunnel e coerenza quantistica
- Introduzione alla crittografia e computazione quantistica.
- Algoritmo di Shor

Corso di laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento: Equazioni di Navier-Stokes

SSD: MAT05/MAT07

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: I Semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	L'insegnamento è un'introduzione allo studio della teoria matematica delle equazioni di Navier-Stokes fornendo l'interpretazione fisico matematica di alcuni risultati analitici.	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
	Le lezioni hanno come obiettivo di mostrare lo stato dell'arte sui risultati noti e di illustrare alcune questioni aperte.	
	In maniera guidata allo studente è fornita la letteratura sul topic in guisa che possa sia orientarsi per un arricchimento della propria preparazione che essere in grado di svolgere attività di seminari divulgativi.	
Testi di riferimento	O.A. Ladyzhenskaya, <i>The mathematical theory of viscous incompressible fluid,</i> Gordon and Breach.	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
	R. Temam, Navier-Stokes equations, North-Holland Pub. Co	

	P. Constantin and C. Foias, <i>Navier-Stokes equations</i> , Chicago Lectures in Mathematics.  G.P. Galdi, <i>An introduction to the mathematical theory of the Navier-Stokes equations</i> , Springer tracts in Natural Philosophy.  Appunti del docente.	
Obiettivi formativi	Lo studente acquista un linguaggio e un formalismo specifico delle equazioni di Navier-Stokes atti a descrivere i problemi analitici e i relativi risultati.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding).
		Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Insegnamenti del triennio di laurea in Matematica e Analisi Superiore	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Lezione frontale	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.
		Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.
		In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate

	le presenze.
Altre informazioni	Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line; - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni; - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare:  - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione  - per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove  - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.  Inoltre va indicato:
	- Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova; - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);  Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso;

		specificare la tipologia di esame orale.
Programma per esteso	Il modello matematico della dinamica dei fluidi - Derivate distribuzionali, spazi di Sobolev - Gli spazi dell'idrodinamica - Nozione di soluzione regolare e debole - Il metodo di Galerkin per soluzioni deboli e regolari - La teoria Lq - Soluzioni regolari definite per ogni istante di tempo: il caso bidimensionale e quello n-dimensionale per piccoli dati - Criteri di regolarità per le soluzioni deboli - Teorema di struttura nello spazio tempo di una soluzione debole, dimensione di Hausdorff dell'insieme dei punti di singolarità nello spazio tempo.	Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità  Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:  - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione  - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato  - se prevede attività seminariali e quali  - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove  - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo  - se è previsto un lavoro laboratoriale  - se è previsto un lavoro in gruppi di studio  - eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus
		-ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.

Corso di laurea in Matematica e magistrale in Matematica

**Insegnamento: Fisica Matematica** 

SSD: Mat/07

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: Secondo semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	Algebra tensoriale; Analisi tensoriale; Cinematica dei corpi continui; Dinamica dei corpi continui; Equazioni costitutive; Fluidi ideali; Fluidi elastici; Fluidi newtoniani; Corpi elastici.	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	Morton E. Gurtin, An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press, New York, 1981.	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
Obiettivi formativi	Conoscenze e capacità di comprensione: Il corso intende fornire le nozioni di base della teoria della meccanica dei sistemi continui.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo
	Capacità di applicare conoscenze e comprensione: L'obiettivo del corso è rendere lo studente capace di utilizzare gli strumenti dell'algebra e dell'analisi tensoriale per lo studio dei modelli della meccanica dei corpi continui deformabili.	formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione
	Abilità comunicative: Il corso intende trasferire allo studente la capacità di	(applying knowledge and understanding).

	utilizzare il rigore del linguaggio matematico per spiegare i fenomeni fisici legati al moto dei corpi continui deformabili.	Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	E' richiesta la conoscenza delle nozioni e degli strumenti di base dell'Analisi Matematica e della Geometria nonché della meccanica dei sistemi discreti di punti e dei corpi rigidi. Per sostenere la prova d'esame lo studente deve aver superato l'esame di Meccanica Razionale.	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Lezioni frontali. La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente consigliata.	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.  Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.  In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni		Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame prevede una prova orale. Essa consiste nella trattazione e discussione di argomenti del programma svolto a lezione ed ha una durata di circa 30 minuti. Oltre a verificare il livello di conoscenza raggiunto dallo studente, la prova orale mira ad accertare la comprensione dei fenomeni fisici legati al moto dei corpi continui deformabili e la capacità di saperli descrivere.	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare: - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione - per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale

	Per poter sostenere la prova orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità.	prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove  - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.  Inoltre va indicato:  - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova;  - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);  Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.  Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso	1. Algebra tensoriale e analisi tensoriale (1 CFU)  Tensori del secondo ordine; operazioni tra tensori; tensori simmetrici e antisimmetrici; traccia e determinante; tensori invertibili; gruppo ortogonale e gruppo delle rotazioni; teorema di decomposizione polare.  Differenziabilità per applicazioni definite e a valori in spazi vettoriali normati a dimensione finita; regola di derivazione del prodotto; regola di derivazione delle funzioni composte; campi scalari, vettoriali e tensoriali; gradiente; divergenza; rotore; laplaciano; curve dello spazio; circuitazione; flusso; teorema della divergenza; teorema di localizzazione.  2. Cinematica dei corpi continui (2 CFU)	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento: - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato - se prevede attività seminariali e quali - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo - se è previsto un lavoro laboratoriale - se è previsto un lavoro in gruppi di studio

Deformazione di un corpo continuo; gradiente di deformazione; spostamento e gradiente di spostamento; deformazione omogenea; proprietà delle deformazioni omogenee; decomposizione di una deformazione omogenea in una traslazione e una deformazione omogenea che lascia fisso un punto; rotazioni e dilatazioni; decomposizione polare; estensioni semplici; decomposizione spettrale; analisi locale della deformazione; deformazioni rigide; caratterizzazione delle deformazioni rigide; legge di trasformazione degli integrali; deformazioni isocoriche; deformazioni rigide infinitesime; spostamento rigido infinitesimo; caratterizzazione degli spostamenti rigidi infinitesimi; moto di un corpo continuo; descrizione materiale e spaziale della velocità; campi materiali e spaziali; descrizione spaziale di un campo materiale; descrizione materiale di un campo spaziale; derivata materiale (rispetto al tempo) di un campo spaziale; traiettorie e linee di corrente; moto stazionario; velocità nei punti di frontiera in un moto stazionari; campi stazionari; moti rigidi; caratterizzazione dei moti rigidi; campo di velocità di un moto rigido; analisi locale del campo di velocità di un moto generico; moti piani; teorema del trasporto del volume; moti isocorici; caratterizzazione dei moti isocorici; teorema del trasporto di Reynolds; teorema del trasporto dello spin; moti irrotazionali; teorema di Lagrange- Cauchy; curve materiali; circuitazione del campo di velocità lungo una curva materiale; teorema di Kelvin; curva (o linea) vorticosa; caratterizzazione delle curve vorticose; teorema del trasporto della vorticità (o di Helmotz).

3. Dinamica dei corpi continui (2 CFU)

Principio di conservazione della massa; equazione di continuità della massa; teorema di conservazione della massa per un volume di controllo; teorema del trasporto per integrali che coinvolgono il prodotto della densità per un campo spaziale; quantità di moto; momento della quantità di moto; centro di massa.; forza di volume agente su un corpo continuo; ipotesi d Cauchy; sforzo interno di Cauchy; equazioni di Eulero (di bilancio) per un sistema continuo deformabile; teorema dei lavori virtuali; teorema (lemma) di Cauchy; tensore degli sforzi; teorema di bilancio della quantità di moto per un volume di controllo; teorema della potenza; teorema di Bernoulli.

4. Equazioni costitutive. Fluidi ideali, fluidi elastici, fluidi newtoniani e corpi elastici (3 CFU)

- eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus -ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente. Ipotesi costitutive; processo dinamico; corpo materiale; processo dinamico isocorico; corpo materiale incomprimibile; processo dinamico euleriano; fluido ideale (o perfetto); equazioni del moto di un fluido ideale; proprietà dei fluidi ideali; fluido elastico; proprietà dei fluidi elastici; piccole perturbazioni allo stato di quiete per i fluidi elastici; equazioni dell'acustica lineare; moti legati da un cambio di osservatore; relazioni tra le grandezze legate al moto di un corpo continuo visto da due osservatori; processi dinamici legati da un cambio di osservatore; risposta di un corpo materiale indipendente dall'osservatore; invarianza della risposta di un fluido ideale o elastico rispetto ad un cambio di osservatore; tensore esponenziale; funzioni scalari o tensoriali isotrope; rappresentazione delle funzioni tensoriali lineari e isotrope; espressione della funzione di risposta di un fluido newtoniano nell'ipotesi di invarianza della risposta rispetto ad un cambio di osservatore; equazioni di Navier-Stokes; teorema di bilancio dell'energia per un fluido newtoniano; potenza degli sforzi in un fluido newtoniano; teorema del trasporto della circuitazione e dello spin per un fluido newtoniano; teorema di unicità per il problema viscoso; teorema di stabilità; equazione costitutiva dei corpi elastici; gruppo di simmetria; materiale isotropo; lo sforzo di Piola-Kirchhoff; equazioni del moto nella configurazione di riferimento; teorema della potenza spesa; il tensore di elasticità e relative proprietà; corpi linearmente elastici; elastostatica lineare; elastodinamica lineare.

Corso di laurea Magistrale in Matematica

**Insegnamento: Fisica Matematica Superiore** 

SSD: MAT07

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: Il Semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	L'insegnamento verte su tre differenti argomenti della Fisica Matematica:	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
	1) la teoria della stabilità delle soluzioni di equazioni differenziali ordinarie	
	2) Elementi di meccanica analitica: formalismo hamiltoniano e principi variazioni	
	3) un'introduzione allo studio delle pde lineari come modelli di alcuni fenomeni della meccanica del continuo	
Testi di riferimento	A Facano, C Marmi, Maccanica Analitica, Boringhiari Editoro	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi
resti di merimento	A.Fasano - S. Marmi, Meccanica Analitica, Boringhieri Editore	possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo
	H. Amann, Ordinary Differential Equations, an introduction to nonlinear analysis,	(per esercizi oppure per argomenti specifici)
	de Gruyter Studies in Mathematichs.	
	F. John, Partial differential equations, Springer	

Obiettivi formativi	Yu. V. Egorov e M.A. Shubin, Foundations of the classical theory of partial differential equations, Springer  Appunti del docente.  Come naturale prosieguo delle nozioni apprese nei corsi di fisica matematica della laurea triennale, uno degli obiettivi è approfondire lo studio dei metodi qualitativi per le equazioni differenziali ordinarie, considerate come modelli (dei più noti e consolidati) per la dinamica delle popolazioni o come modelli per alcuni fenomeni di evoluzione in meccanica classica.  Un secondo obiettivo è consentire l'apprendimento di ulteriori nozioni di meccanica analitica, in particolare si introduce lo studente al calcolo delle variazioni in meccanica classica. L'obiettivo è far apprendere la caratterizzazione tra le proprietà di minimo di opportuni funzionali e i moti naturali del problema dinamico pervenendo al principio che le proprietà variazionali possono essere assunte come postulato della meccanica.  Il terzo obiettivo è introdurre lo studente allo studio di alcune pde lineari come semplici modelli per la meccanica del continuo (come la diffusione del calore, la propagazione di alcuni fenomeni ondosi e di elasticità). In questo modo si completa una preparazione di base della meccanica classica.  Tutti gli argomenti consentono allo studente di acquisire un bagaglio sufficiente per la comprensione matematica e la divulgazione matematica dei principali fenomeni presenti in natura.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding).  Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Insegnamenti del triennio di laurea in Matematica	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Lezione frontale	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.  Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro

In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.  Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line; - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni; - Se sono previste attività di tutorato.
meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare:  - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione  - per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove  - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.  Inoltre va indicato:  - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova;  - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);  Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi,

		domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.  Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per	1° argomento (3 crediti)	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo
esteso	Introduzione alla nozione di modello	con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:
	Costruzione di modelli in dinamica delle popolazioni	- al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna
	Richiami sulle equazioni differenziali	sezione - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato
	Dipendenza continua	- se prevede attività seminariali e quali
	Teoria della stabilità del moto alla Liapunov	- se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo
	2° argomento (2 crediti)	- se è previsto un lavoro laboratoriale
	Formalismo hamiltoniano: funzione di Hamilton, equazioni di Hamilton	<ul><li>se è previsto un lavoro in gruppi di studio</li><li>eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus</li></ul>
	Il teorema di Liouville, Il teorema di Poincaré.	-ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo
	Introduzione ai principi variazionali	e trasparente il patto formativo con lo studente.
	Equazioni di Eulero	
	Principio variazionale di Hamilton	
	Principio dell'azione stazionaria	
	3° argomento (3 crediti)	
	Problemi ai limiti per le equazioni differenziali ordinarie	
	Trasformata di Fourier	
	Equazione di Laplace: soluzione fondamentale, proprietà di regolarità delle soluzioni	
	Equazione del calore: soluzione fondamentale e proprietà di semigruppo	

Equazione delle onde: soluzione di D'Alambert e alcune proprietà qualitative	

## Corso di laurea in Matematica

Insegnamento: Geometria Algebrica

SSD: MAT/03

CFU: 8, 8 CFU di lezioni

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64 ore

Periodo di Erogazione: secondo semestre

Lingua	Italiano	
d'insegnamento		
Contenuti	Sarà fornita una prima introduzione alla teoria delle varietà algebriche affini su campo algebricamente chiuso, focalizzando poi l'attenzione sulle varietà 1-dimensionali piane (curve), nel caso affine e nel caso proiettivo.	
Testi di riferimento	Testi Consigliati	
	W. Fulton: <i>Algebraic Curves, an introduction to Algebraic Geometry</i> , disponibile in http://www.math.lsa.umich.edu/~wfulton/.	
	R.J. Walker: <i>Algebraic Curves,</i> Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1950.	
	A. Seidenberg: <i>Elements of the theory of algebraic curves</i> , Addison-Wesley Series Mathematics, (1968).	

#### **ALTRI TESTI**

- D. Cox, J. Little, D. O'Shea: *Ideals, Varieties, and Algorithms,* Springer-Verlag, New-York, 1996.
- M. Curzio, P. Longobardi, M. Maj: *Lezioni di Algebra*, Liguori Editore , 1994.
- J. Hirschfeld, G. Korchmaros e F. Torres: *Algebraic Curves over a Finite Field*, Princeton University Press, Priceton e Oxford, 2008

#### Obiettivi formativi

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):

L'insegnamento ha l'obiettivo introdurre lo studente al linguaggio, ai risultati fondamentali e ai metodi della teoria delle varietà e delle curve algebriche piane.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding):

Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà

- dimostrare di avere familiarità con esempi classici di varietà e curve algebriche, riconoscendo esempi notevoli e ricavando in maniera indipendente proprietà generali.

Abilità comunicative (communication skills):

Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà

-- essere in grado di enunciare e dimostrare in maniera rigorosa risultati di base nell'ambito della teoria delle varietà algebriche affini e nell'ambito della teoria delle curve algebriche piane.

Autonomia di giudizio (making judgements)

Lo studente è stimolato ad apprendere in maniera critica ed autonoma attraverso gli approfondimenti seminariali proposti.

Prerequisiti	Elementi di teoria degli anelli e di teoria dei campi, nozioni fondamentali di geometria affine e proiettiva. È consigliabile aver sostenuto o almeno seguito l'insegnamento della laurea Magistrale <i>Algebra Commutativa</i> .
Metodologie didattiche	L'insegnamento si articola in 64 ore (8 CFU) di didattica frontale. Nell'ultima parte del corso verranno proposti agli studenti degli approfondimenti che saranno discussi in aula in forma seminariale.
Altre informazioni	Per l'orario di ricevimento, si rinvia alla sezione didattica del sito web del docente.  Per il materiale didattico distribuito durante il corso e il programma d'esame dettagliato si rinvia al sito e-learning di Ateneo, dove sarà attivato il corso "Geometria Algebrica" a cui gli studenti iscritti avranno accesso con le credenziali di Ateneo.
	Sito e-learning unicampania: <a href="https://elearning.unicampania.it/">https://elearning.unicampania.it/</a> Sito docente: <a href="http://www.matfis.unicampania.it/dipartimento/docenti/69-polverino-olga">http://www.matfis.unicampania.it/dipartimento/docenti/69-polverino-olga</a>
	Gli orari delle lezioni sono reperibili nel quadro orario delle lezioni alla pagina dedicata: <a href="http://www.matfis.unina2.it/didattica/orari-lezioni#matematica">http://www.matfis.unina2.it/didattica/orari-lezioni#matematica</a>
Modalità di	La prova orale consiste in:
verifica dell'apprendimento	-domande relative alla teoria presentata in aula;
777 777	- attività seminariali tenute dallo studente su argomenti di approfondimento presentati durante il corso.
	Il voto finale risulterà pari alla media ponderata delle due votazioni conseguite e il voto sarà espresso in trentesimi.
D	DDOODANWA*
Programma per	PROGRAMMA*

esteso

**Premesse e richiami di teoria degli anelli:** anelli noetheriani e teorema della base di Hilbert, estensioni trascendenti e grado di trascendenza.

Elementi di teoria delle Varietà Algebriche Affini: topologia di Zariski, teorema degli zeri di Hilbert, irriducibilità e decomposizione in componenti irriducibili, dimensione di una varietà. Varietà algebriche affini irriducibili del piano.

## Curve algebriche piane

Curve algebriche piane, affini e proiettive. Singolarità. Intersezione di curve e Teoremi di Bezout. Serie lineari su una curva. Curva razionali. Flessi e formule di Plücker. Teoremi di classificazione di cubiche.

Approfondimenti e attività seminariali: nelle ultime lezioni del corso saranno presentati agli studenti argomenti di approfondimento che saranno oggetto di attività seminariali.

\*Il programma d'esame dettagliato sarà disponibile a fine corso sul sito e-learning.

Corso di laurea Magistrale in MATEMATICA

Insegnamento: GEOMETRIA DIFFERENZIALE

SSD: MAT/03

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64,00

Periodo di Erogazione: 1° Semestre

Lingua	Italiano
d'insegnamento	
Contenuti	Programma sintetico
	-Geometria differenziale delle curve.
	1. Curvatura di una curva piana regolare. Teorema fondamentale delle curve
	piane.
	2. Curvatura e torsione di una curva regolare nello spazio. Triedro di Frenet.
	Teorema fondamentale delle curve nello spazio.
	-Geometria differenziale delle superfici.
	3. Superfici regolari. Superfici orientabili. Prima forma fondamentale.
	4. Operatore forma. Curvature. Cuve asintotiche e curve principali. Geodetiche.
	5. Superfici a punti ombelicali. Superfici rigate. Superfici di rotazione.
	- Varietà differenziabili
	6. Varietà immerse. Varietà astratte. Spazi tangenti. Sottovarietà.

Testi di riferimento	1) E. Abbena, A. Gray, . Salamon.: Modern differential geometry of curves and surfaces with Mathematica CRC Press, Third Edition (2006).  Christian Bär, Differential Geometry (Summer Term 2013-Geometry in Potsdam)  Universität  Potsdam  (2013).  3) A. Pressley, Elementary Differential Geometry, Springer (2012).  4. R.S: Milmann, G.D. Parker, Elements of differential Geometry, Prentice Hall, International Inc., London, 1977.	
Obiettivi formativi	Il corso intende fornire una buona conoscenza delle nozioni della geometria differenziale delle curve e superfici in spazi euclidei e la conoscenza di nozioni di teoria delle varietà differenziabili che permetteranno di proseguire lo studio intrinseco di superfici iniziato nella parte del corso relativa alle superfici di uno spazio euclideo.	
	Il corso ha come obiettivo quello di rendere lo studente capace di acquisire una buona conoscenza e padronanza dei metodi geometrici, algebrici e differenziali per lo studio di curve superfici e varietà differenziabili e del ruolo della geometria differenziale in matematica e in altre discipline (ad esempio in computer grafica).	
	Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare di aver familiarità con gli argomenti trattati, di esporli in maniera chiara e rigorosa e di essere in grado di applicare i risultati studiati ad esempi specifici.	
Prerequisiti	Conoscenze di base di analisi matematica, geometria e algebra.	
Metodologie didattiche	Il corso è articolato in 64 ore di didattica frontale. Con cadenza settimanale sono proposti online (sul sito del docente) degli homework che sono poi discussi in aula insieme con gli studenti per commentare e analizzare i risultati teorici esposti a lezione .	
	La frequenza non è obbligatoria, ma fortemente suggerita.	

Altre informazioni	Le tracce degli homework e delle prove scritte d'esame sono reperibili sul sito del Dipartimento  (http://www.matfis.unicampania.it/dipartimento/docenti?MATRICOLA=059207)  alla voce "Materiale Didattico" che conduce allo SharePoint dell'Ateneo).	
Modalità di	L'esame prevede una prova scritta e una prova orale, entrambe obbligatorie, che	
verifica	contribuiscono al voto finale con un peso di 30% e 70% rispettivamente.	
dell'apprendimento	Per partecipare sia alla prova scritta che a quella orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità.	
	La prova scritta della durata di circa 2 ore si svolge in aula e consiste di quattro	
	esercizi: uno riguardante le curve, due le superfici ed uno le varietà	
	differenziabili È consentito l'uso della calcolatrice e a parte l'uso di un	
	formulario per le superfici non è possibile consultare testi e/o altri materiali didattici.	
	La prova è valutata in trentesimi ed è propedeutica alla prova orale. Per essere ammessi alla prova orale occorre raggiungere il voto di 18/30.	
	La prova orale verifica la conoscenza, il livello di comprensione degli	
	argomenti trattati a lezione, la capacità di esporli in maniera chiara e rigorosa.	
	Essa consiste in domande relative alla teoria e alle dimostrazioni presentate nel	
	corso e in un'eventuale discussione della prova scritta se in essa sono presenti degli errori.	
	La prova orale ha una durata di circa 50 minuti, è valutata in trentesimi e fornisce il voto finale dell'esame.	
	E' provisto l'asonoro della prova soritta per ali studenti in corso che abbieno	
	E' previsto l'esonero dalla prova scritta per gli studenti in corso che abbiano frequentato regolarmente le lezioni e che abbiano conseguito una valutazione complessiva superiore alla sufficienza sui 2 elaborati prodotti in sede delle prove intercorso. Queste ultime consistono nella risoluzione di problemi ed esercizi: la	
	prima su argomenti riguardanti le curve. La seconda su argomenti riguardanti le superfici e le varietà differenziabili.	
Programma per esteso	- Geometria differenziale delle curve. (16 ore di lezioni frontali, per un totale di 2 CFU)	

Definizione ed esempi di curve differenziabili e regolari. Riparametrizzazioni di una curva differenziabile. Lunghezza di una curva. Lunghezza d'arco e esistenza di una riparametrizzazione a velocità unitaria di una curva regolare. Curve differenziabili nel piano euclideo: Curvatura di una curva regolare. Angolo ruotante. Prima formula di Frenet. Teorema fondamentale delle curve piane. Equazione intrinseca di una curva. Coordinate polari. Evolute, evolventi e cerchio osculatore ad una curva piana. Curve piane equiangolari. Curve sghembe:Curvatura e torsione di una curva regolare. Equazioni di Frenet-Serret. Piani osculatore, normale e rettificante. Rappresentazione canonica di una curva. Il teorema fondamentale per le curve nello spazio. Curve circolari e curve sferiche. Eliche. Cenni sulle curve B-spline (NURBS).

- Geometria differenziale delle superfici. (32 ore di lezioni frontali, per un totale di 4 CFU )

Vettori tangenti dello spazio euclideo n-dimensionale e derivate direzionali. Funzioni tangenti. Campi vettoriali e loro derivate. Porzioni di superfici nello spazio euclideo reale di dimensione n. Superfici regolari. Vettori tangenti a una superficie regolare. Diffeomorfismi. Superfici di livello. Metriche su una superficie. Isometrie tra superfici. Area su una superficie. Superfici nello spazio 3-dimensionale: Operatore forma. Curvatura normale. Equazioni di Weingarten. Autovalori dell'operatore forma. Curvatura Gaussiana e curvatura media. Le tre forme fondamentali. Funzioni di equiestensione: un teorema di Archimede. Curve asintotiche e curve principali su una superficie. Geodetiche. Caratterizzazione delle superfici regolari connesse a punti ombelicali. Una proprietà globale di curvatura (per superfici compatte). Geodetiche. Superfici di rotazione e superfici rigate. Orientabilità di una superficie. Superfici non orientabili. Geometria intrinseca: il teorema Egregium di Gauss. Cenni di geometria sferica.

- Varietà differenziabili. (16 ore di lezioni frontali, per un totale di 2 CFU) Varietà nello spazio euclideo. Definizione di varietà differenziabile. Gruppi di Lie. Teorema di Whitney. Funzioni differenziabili su una varietà differenziabile e tra varietà differenziabili. Spazio tangente. Sottovarietà. Proprietà topologiche di varietà differenziabili.

Insegnamento di Laboratorio di Fisica Moderna

Corso di laurea Magistrale in Matematica

SSD: FIS/07

CFU: 8 (4L+4La)

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 80 (32L+48La)

Periodo di Erogazione: Secondo semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	The main topics covered concern the phenomena that led to the crisis of classical physics, the essential elements of quantum physics, atomic and nuclear physics, the analysis of data and the uncertainties of measures applied to modern physics laboratory activities.	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	Filatrella G., Romano P., Elaborazione statistica dei dati sperimentali con elementi di laboratorio, EdiSES	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
Obiettivi formativi	Jewett e Serway, Principi di Fisica, Vol II, Quarta Edizione, EdiSES.  Acquire a basic understanding of the theory of the crisis of classical physics and the birth and principles of quantum physics as well as deepen knowledge on the analysis of experimental data obtained from more complex systems that apply the principles of modern physics.  This course aims to introduce the student to the learning of more modern and complex experimental methods and apparatus than those used in General	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding).

	Physics laboratories, to deepen knowledge on experimental data analysis and to apply virtually the principles of modern physics.  By acquiring a more complete vision of physics and its applications, the student will be able to communicate, and possibly teach discipline, with a broader general framework.	Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	General Physics 1 and General Physics 2 which are mandatory in the undergraduate degree program in Mathematics.	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Lectures with some numerical exercises. Laboratory activities on various topics dealt with in the course that have both the purpose of experimenting and improving the skills in data analysis and in the treatment of measurement uncertainties.	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.  Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.  In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni	Lecturers' notes and slides are available for many topics.	Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	The verification method will be based on the reports relating to the laboratory activities carried out during the course, on a closed-ended test carried out at the end of the course and on an oral interview to verify the acquisition of the course contents. The evaluation of each test will be	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare: - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione

- per la prova scritta, specificare il numero delle prove expressed in marks out of thirty and the final grade will be obtained from scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale the weighted average of the votes in the three tests; the weight will be 0.30 prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta for the reports, 0.30 for the test and 0.40 for the interview. multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti ....., ecc....), il tempo a disposizione, The test consists of 30 questions. During the test the use of the calculator is se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato allowed, but it is not possible to consult texts and / or teaching materials. alle singole prove There is no minimum test and report rating to enter the oral exam. - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate. The oral exam consists in the discussion and discussion of the topics of the program carried out in class and lasts about 30 minutes. In addition to Inoltre va indicato: verifying the level of knowledge reached by the student, the oral exam - Se è consentito consultare testi o materiali didattici aims to ascertain the understanding of the topics and the ability to know durante la prova; how to describe them. - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc....); Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande ....); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale. Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità Programma per 1. Statistical analysis of experimental data. Measures and uncertainties. Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende esteso Data distribution, Data fit. Parameter estimation of a distribution. affrontare, facendo riferimento: Testing statistical hypotheses. - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna 2. Introduction to the quantum physics. Blackbody radiation and Planck's sezione theory. Photoelectric effect. Compton effect. Photons and - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato electromagnetic waves. Wave properties of the particles. The quantum - se prevede attività seminariali e quali particle. The uncertainty principle. The quantum particle subjected to - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove the boundary conditions. The Schrodinger equation. Tunnel effect. - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo

- 3. Atomic physics. The first structural model of the atom. The hydrogen atom and the wave functions. The physical interpretation of quantum numbers. The exclusion principle and the periodic table. Atomic spectra. Visible radiation and X-ray
- 4. Nuclear physics. Properties of nuclei. Binding energy. Nuclear stability. Radioactivity. The radioactive decay processes (alpha, beta). Gamma emissions. Dating with carbon. Nuclear reactions. Fundamental forces in nature. Introduction to particle physics.
- 5. The use of semiconductor diodes as detector of radiation. Photodiodes. Photovoltaic cell.
- 6. Ionising and non ionising radiation and general features of detection systems. Radioactive decay. Interaction of gamma-rays and alpha particles with matter. Cross section. Stopping power. Activity, specific activity and doses. Detectors film, scintillation, ionization of the gas, semiconductor. Intrinsic and geometric efficiency of a detector. Gamma spectrometry and alpha spectrometry systems and methods.
- 7. Radon: origin, health effects, use in geophysics and its measurement by various methods. Detectors using electrostatic field and silicon alpha detector, active carbon, nuclear tracks, electrets.

### Laboratory activities

- 1. Characterization of a photovoltaic cell.
- 2. Qualitative and quantitative elemental determination of coin or pigment composition by X-ray fluorescence.
- 3. Measurement of the geometric and intrinsic efficiency of a high purity germanium detector for gamma rays detection. Calibration energy-channel.
- 4. Determination of the coefficient of absorption of gamma rays of various materials at different energies with the use of a germanium detector.

- se è previsto un lavoro laboratoriale
- se è previsto un lavoro in gruppi di studio
- eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus -ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.

5. Measurement of the geometric and intrinsic efficiency of a silicon	
alpha detector. Calibration energy-channel and determination of the	
alpha stopping power in air.	

Corso di laurea Magistrale in Matematica

**Insegnamento: Meccanica Superiore** 

SSD: MAT/07

CFU: 8=5L+3La

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 40+36=76

Periodo di Erogazione: 2° semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	Il corso consiste in un viaggio guidato nella dinamica dei fluidi, con particolare riferimento al moto piano di vortici. Una rilevante parte applicativa, basata sulle simulazioni numeriche, consente di visualizzare le principali fenomenologie oggetto del corso.	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimeno	<ol> <li>AJ Majda, AL Bertozzi Vorticity and Incompressible Flow, Cambridge texts in Applied Mathematics, Cambridge University Press (Cambridge, UK) 2002.</li> <li>RE Meyer Introduction to Mathematical Fluid Dynamics, Dover Publications (New York) 1982.</li> <li>PG Saffman Vortex Dynamics, Cambridge Monographs on Mechanics and</li> </ol>	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
	Applied Mathematics (Cambridge, UK) 1992.	
Obiettivi formativi	Il corso è finalizzato ad acquisire una conoscenza di base della Fluidodinamica Incomprimibile ed in particolare della dinamica 2d della vorticità. Questa conoscenza viene sedimentata attraverso una serie di esercitazioni numeriche. Al termine del corso, lo studente è in grado di studiare autonomamente e senza difficoltà i principali testi in letteratura.	Gli obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding);

	Vengono infine acquisite nozioni di Analisi Numerica riguardanti l'integrazione di sistemi di equazioni differenziali ordinarie, la soluzione di problemi di Poisson e l'utilizzo numerico dell'Analisi Complessa. Lo studente sarà in grado di valutare l'accuratezza di una soluzione numerica e, ove necessario, di migliorarla. Inoltre verrà stimolato a schematizzare, formalizzare e risolvere semplici problemi di Fluidodinamica Incomprimibile, curandone la presentazione dei risultati ottenuti.	Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding).  Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Conoscenze di base di Analisi Matematica e di Analisi Complessa.	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Il corso si articola in 40 ore di lezione frontale e 36 di esercitazione (al calcolatore). Le esercitazioni saranno differenziate per ogni studente, che al termine del corso redigerà una relazione da presentare agli altri discutendo i risultati ottenuti, descrivendo le difficoltà superate ed i problemi nuovi affrontati.	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.  Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.  In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni	Ciascuno studente si impegna ad acquisire una maturità di giudizio sui suoi elaborati e la capacità di comunicarli efficacemente agli altri, sviluppando una piena autonomia ed un senso critico.  Saranno disponibili appunti, testi e codici di calcolo.  Non saranno utilizzate slides.  Sono previste sistematiche attività di tutorato.	Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica	L'esame consiste nel discutere la relazione sulle proprie attività esercitative. La discussione è articolata ed aperta a critiche e suggerimenti. Sarà cura di ogni studente comunicare a tutti gli altri i risultati raggiunti e spiegare le difficoltà	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare:

dell'apprendimento	superate. In questo modo l'esame assume il carattere di una vera e propria attività didattica, non essendo più un momento di mera verifica di quanto appreso.	- per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione
	Non sono previste prove intercorso, ma periodiche discussioni sullo stato delle singole esercitazioni.	- per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.
		Inoltre va indicato: - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova; - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);
		Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.
		Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per	Parte I: Introduzione:	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo
esteso		con specificità in tutti gli argomenti che si intende
	I.1) evoluzione dell'elemento di volume	affrontare, facendo riferimento:
	I.2) teorema del trasporto;	- al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna
	I.3) equazione di continuità;	sezione
	I.4) equazione della quantità di moto;	- se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato
	I.5) equazione del momento della quantità di moto;	- se prevede attività seminariali e quali

- I.6) relazione costitiutiva per fluidi Newtoniani;
- I.7) equazione di Bernoulli;
- I.8) equazione dell'energia.

### Parte II: Elementi di dinamica della vorticità:

- II.1) equazione di Helmholtz;
- II.2) il tubo vorticoso;
- II.3) la legge di Biot-Savart in 3d ed in 2d;
- II.4) modello di vortice uniforme in un flusso piano: vortice ellittico; contour dynamics; regolarità globale del moto;
- II.5) analisi numerica delle principali fenomenologie: integrazione numerica del moto; filamentazione; assialsimmetrizzazione; coalescenza;
- II.6) modello di vortice puntiforme in un flusso piano:
   legame con il modello di vortice uniforme;
   il problema dell'effetto autoindotto;
   integrazione numerica del moto;
   dinamica dei vortici puntiformi e soluzioni di equilibrio;
- II.7) modello di superficie vorticosa in un flusso piano: equazione della dinamica (Birkhoff-Rott); instabilità di Kelvin-Helmholtz; scia a valle di un'ala finita;
- II.8) analisi numerica delle principali fenomenologie: discretizzazione in vortici puntiformi; desingolarizzazione del nucleo di Biot-Savart 2d; effetto del segno della densità di circolazione.

## Parte III: Interazione vorticità - corpo in assenza di effetti della viscosità:

- III.1) forma complessa delle risultanti delle forze e dei momenti;
- III.2) dinamica della vorticità all'esterno (od all'interno) di un cerchio;
- III.3) trasformazioni conformi;
- III.4) flusso attorno ad una lastra piana;

- se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove
- se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo
- se è previsto un lavoro laboratoriale
- se è previsto un lavoro in gruppi di studio
- eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus -ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.

III.5) modello per il rilascio di vorticità; III.6) dinamica di una lastra piana in una corrente uniforme.	

Corso di laurea magistrale in Matematica

**Insegnamento: Meccanica Celeste** 

SSD: MAT07

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: primo semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	Sistemi hamiltoniani Applicazione del formalismo hamiltoniano allo studio del problema degli n corpi Il sistema dei due corpi come esempio di sistema integrabile Il problema dei tre corpi: studio di soluzioni particolari, approccio ai metodi perturbativi	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	Giorgilli – Meccanica Celeste Siegel e Moser – Lectures on Celestial Mechanics Starita – Dispense del corso	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
Obiettivi formativi	L'obiettivo del corso è quello di ripercorrere l'influenza che lo studio del moto dei corpi celesti ha avuto e continua ad avere sullo sviluppo della Meccanica moderna fin dalla sua nascita.  Al termine del corso lo studente dovrà avere una buona padronanza formulazione hamiltoniana della Meccanica e la capacità di applicarne gli strumenti allo studio dei moti dei sistemi di corpi celesti.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione

		(applying knowledge and understanding).
		Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Conoscenza delle leggi fondamentali della Meccanica. Conoscenza degli strumenti matematici di base dell'Analisi e dell'Algebra lineare.	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche	Lezioni di didattica frontale accompagnate da esercitazioni con uso di software matematico.	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.
		Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.
		In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.
Altre informazioni		Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	Colloquio orale	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare: - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione

		- per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.
		Inoltre va indicato: - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova; - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);
		Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande);
		quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.
		Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso	Varietà euclidee e varietà differenziabili Sistemi hamiltoniani L'equazione di Hamilton e Jacobi Sistemi integrabili e Teorema di Arnold – Le variabili angolo-azione	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:  - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna
	Il problema degli n corpi Integrabilità del problema dei due corpi e elementi orbitali Il problema dei tre corpi – Le soluzioni di Lagrange e di Eulero Il problema ristretto dei tre corpi – Integrale di Jacobi e superfici di velocità nulla	sezione - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato - se prevede attività seminariali e quali - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo

Equazione dei moti perturbati	- se è previsto un lavoro laboratoriale
La variazione degli elementi	- se è previsto un lavoro in gruppi di studio - eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus -ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.

# Corso di Laurea Magistrale in Matematica a.a. 2021-2022

Insegnamento: Metodi numerici per l'Elaborazione dei Dati		
Docente: Gerardo Toraldo		
Settore Scientifico-Disciplinare: Mat-08 – Analisi Numerica	CFU Indicazione della tipologia Es: 8=6L+2La Legenda: L=Lezioni, E=Esercitazioni, La=Attività di Laboratorio	ORE Es: 72=48L+24La

## Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi\*:

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):

L'insegnamento fornisce conoscenze teoriche e computazionali avanzate relative alla risoluzione numerica di problemi matematici, tra cui problemi di ottimizzazione e algebra lineare numerica, che originano da applicazioni reali.----

Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding):

Conoscenza e capacità di applicare metodologie e strumenti avanzati per risolvere modelli matematici che descrivono semplici applicazioni, in particolare nell'ambito dell'elaborazione di immagini digitali.

Abilità comunicative (communication skills):

Capacità di utilizzare un linguaggio tecnico-scientifico coerente con le tematiche del calcolo numerico.

\*"Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare di/essere in grado di ..."

#### **Opzionali**

- --Autonomia di giudizio (making judgements) (insegnamenti Magistrali monografici in cui sono presenti attività seminariali)
- --Capacità di apprendere (learnings skills)

Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi scientifici

#### Propedeuticità/Prerequisiti:

. . . . .

Modalità di svolgimento: 48 ore di lezione e 24 ore di attività di laboratorio.

#### Modalità di accertamento del profitto:

L'esame consiste in una prova di laboratorio della durata di 120 minuti, in cui si richiede allo studente di sviluppare e/o modificare semplici moduli software analizzati durante le esercitazioni per dimostrare comprensione dei metodi e capacità di effettuare sperimentazioni numeriche e interpretarne i risultati, ed in una prova orale sugli argomenti del corso.

## 1. Ottimizzazione numerica e applicazioni:

## Ottimizzazione non vincolata:

- **Generalità:** Direzioni di discesa. Condizioni di ottimo del primo e del secondo ordine. Metodi line-search
- Metodi del gradiente
- MetodoNewton

#### Ottimizzazione vincolata:

- **Generalità**: Condizioni di ottimalità del primo ordine (KKT) e del secondo ordine per problemi con vincoli lineari. Direzioni ammissibili, metodo dei moltiplicatori di Lagrange
- **Problemi di programmazione quadratica**: metodi del gradiente proiettato, cenni a metodi Interior Point.

## Applicazioni a problemi di Classificazione di dati:

Support Vector Machine

Applicazioni a problemi di elaborazione di immagini digitali

## 2. Trasformata discreta di Fourier e applicazioni

- Trasformata discreta di Fourier (DFT), Algoritmi FFT radix-2
- DFT bidimensionale ed algoritmi FFT bidimensionali.
- Applicazioni al Denoising e Deblurring di immagini.

### 3. Algebra lineare numerica

- Determinazione dello spettro di una matrice; decomposizione a valori singolari.
- Principal component analysis.
- Applicazione all'analisi spettrale di immagini: filtraggio e ricostruzione di immagini.

#### **Testi Consigliati**

- 1. J. Nocedal, S.J. Wright, "Numerical Optimization", 2nd ed., 2006;
- 2. P. C. Hansen, J. G. Nagy, D. P. O'Leary "Deblurring Images: Matrices, Spectra, and Filtering", Fundamentals of Algorithms 3, SIAM, Philadelphia, 2006.
- 3. D. P. O'Leary, Scientific Computing with case studies", SIAM, 2010.
- 4. D Calvetti, E. Somersalo, "Mathematics of Data Science: A Computational Approach to Clustering and Classification", SIAM, 2020
- 5. A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, P. Gervasio, "Matematica Numerica", Springer, 2014.

# **SCHEDA INSEGNAMENTO**

Corso di laurea A37-Matematica

Insegnamento: Programmazione a oggetti

SSD: ING-INF/05

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 72

Periodo di Erogazione: 1Anno, S2

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Italiano
Contenuti	Programma sintetico	Principi di programmazione a oggetti. Il linguaggio Java. Richiami di base di dati, Richiami di architettura web:
Testi di riferimento		Horstmann Cay. Concetti di informatica e fondamenti di Java. Collana Apogeo Education, 2016. — 846 p. — ISBN 8891617377, 13 9788891617378.
Obiettivi formativi		Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):
		Conoscenza dei principi di programmazione ad oggetti e loro applicazione al linguaggio Java.
		Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding):
		Capacità di analizzare semplici problemi e di progettare strutture di classi ed

	algoritmi per la loro risoluzione automatica. Capacità di implementare tali algoritmi in programmi e di usare gli strumenti software adeguati (editor, compilatori, linker, etc.)  Abilità comunicative (communication skills):  Capacità di motivare le scelte progettuali ed implementative effettuate in modo logico ed argomentato. Capacità di usare la terminologia propria della programmazione a oggetti.  Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà dimostrare:  - di saper far uso degli strumenti di sviluppo in ambiente Java;  - di avere compreso i meccanismi di base della programmazione a oggetti.  - di aver compreso i meccanismi base della programmazione su web  Capacità di apprendere (learnings skills):  Capacità di integrare lo studio dei linguaggi proposti con riferimenti esterni in grado di dettagliare quanto presentato a corso nonché di fornire supporto alla fase di debugging
Prerequisiti	Fondamenti di Informatica
Metodologie didattiche	48 ore di lezione, 24 ore di attività di laboratorio. Data la presenza di una prova d'esame pratica è consigliata la frequenza alle lezioni di laboratorio.
Altre informazioni	E' previsto il caricamento on-line di materiale didattico, esercitazioni e programmi di esempio
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame si compone dello sviluppo e discussione di un progetto software per il web.  La prova pratica mira ad accertarsi della competenze legate all'analisi ed allo sviluppo di programmi scritti in Java con particolare riferimento all'ambiente web. In generale l'esame verte nell'analisi, sviluppo e rilascio di un progetto software a scelta dello studente, e nella sua discussione.  La discussione orale mira a valutare le capacità di ragionamento sugli argomenti del corso la verifica delle conoscenze dello studente anche attraverso il collegamento di contenuti trasversali e la capacità espositiva.

	Non sono previste prove di esonero durante il corso.  Gli studenti dovranno presentarsi alla prova muniti di documento di riconoscimento.
Programma per	
esteso	Paradigma di programmazione a oggetti: Introduzione al paradigma di programmazione orientato agli oggetti. Concetti di base: costrutti di base, classi, oggetti, ereditarietà, tipi dato elementari, array e liste. Interfacce, classi di astratte. Gestione delle eccezioni. Problemi di concorrenza, programmazione multi-thread  Il linguaggio Java: I costrutti del linguaggio, compilazione, debugging ed ambienti di programmazione. Packages e librerie standard. Programmazione web in ambiente Java (servlet, jsp)  Richiami di base di dati Progettazione E-R, SQL Mysql/Postgres  Richiami di architettura web: il prototolli tep/ip, http DNS, Webserver (Tomcat) comunicazione sincrona/asincrona Html, javsacript/Ajax

# **SCHEDA INSEGNAMENTO**

# Corso di Laurea Magistrale in Matematica

Insegnamento: Teoria dei Gruppi

SSD: MAT/02

CFU: 8, 8 CFU di lezioni

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64 ore

Periodo di Erogazione: secondo semestre

Lingua	Italiano	
d'insegnamento	Italiano	
Contenuti	Sarà fornita innanzitutto una introduzione alla teoria delle rappresentazioni permutazionali dei gruppi (o azioni di gruppo) che sarà applicata allo studio dei sottogruppi di Sylow e alla dimostrazione del teorema di Sylow (con accenni al caso infinito). Successivamente, dopo aver trattato la teoria dei moduli e degli anelli semisemplici (con la dimostrazione del teorema di Artin-Weddeburn) si studieranno le prime nozioni della teoria classica delle rappresentazioni lineari dei gruppi finiti (essenzialmente) sul campo complesso.	
Testi di riferimento	Testi Consigliati	
	- J.L. Alperin, <i>Groups and Representations</i> , Springer, 1995.	
	- M.J. Collins, <i>Representations and characters of finite groups</i> , Cambridge University Press, 1990	
	- M. Curzio, M. Maj, P. Longobardi, <i>Lezioni di Algebra</i> , Liguori, 1994.	

	- A. Russo, F. Zullo, Rappresentazioni di Gruppi – Un'introduzione, Aracne, 2017.
Obiettivi formativi	Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding): L'insegnamento ha l'obiettivo introdurre lo studente al linguaggio, ai risultati fondamentali e ai metodi della teoria delle rappresentazioni permutazionali e della teoria delle rappresentazioni lineari.
	Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding): Il corso ha fra i suoi obiettivi quello di rendere lo studente capace di utilizzare teorie algebriche diverse nello studio dei gruppi finiti.
	Abilità comunicative (communication skills): Il corso intende favorire la capacità dello studente di comunicare in modo chiaro e rigoroso quanto acquisito.
Prerequisiti	Non ci sono corsi propedeutici. E' richiesta la conoscenza delle nozioni di base sulle strutture algebriche di gruppo, anello e campo.
Metodologie didattiche	L'insegnamento si articola in 64 ore (8 CFU) di didattica frontale
Altre informazioni	Per l'orario di ricevimento, si rinvia alla sezione didattica del sito web del docente.  Dove sarà possibile reperire anche il materiale didattico distribuito durante il corso.  Sito docente:
	http://www.matfis.unicampania.it/dipartimento/docenti?&MATRICOLA=058567  Gli orari delle lezioni sono reperibili nel quadro orario delle lezioni alla pagina dedicata: http://www.matfis.unina2.it/didattica/orari-lezioni#matematica

Modalità di verifica dell'apprendimento	E' previsto il superamento di una prova orale sugli argomenti trattati a lezione con valutazione in trentesimi. Per accedere alla prova lo studente è tenuto ad esibire un documento di riconoscimento in corso di validità.
Programma per	PROGRAMMA
esteso	Gruppi abeliani – Somme dirette. Sottogruppo di torsione e sua decomposizione primaria. Struttura dei gruppi abeliani finiti (teorema di Schering-Kronecker). Sistemi di invarianti (teorema di Frobenius-Stickelberger). Gruppi abeliani liberi e divisibili. Gruppi abeliani Artiniani e Noetheriani.  Rappresentazioni - Rappresentazioni permutazionali: orbite, stabilizzanti, formule di Burnside e di Cauchy-Frobenius. Relazioni di coniugio in un gruppo: centralizzanti, normalizzanti, teorema N/C, automorfismi interni. Coniugio nei gruppi simmetrici e nel gruppo alterno. Sottogruppi di Sylow, teorema di Sylow e applicazioni. Cenni sulla teoria di Sylow nel caso infinito. Gruppo generale lineare. Rappresentazioni lineari. Rappresentazioni di permutazione. Richiami di teoria dei moduli. Moduli e anelli semisemplici. Teorema di Artin-Weddeburn. Algebra gruppo. Rappresentazioni equivalenti. Rappresentazioni riducibili, irriducibili e completamente riducibili. Lemma di Schur. Rappresentazioni irriducibili di un gruppo abeliano. Teorema di Maschke e applicazioni: struttura dell'algebra gruppo.

# **SCHEDA INSEGNAMENTO**

Corso di laurea Magistrale matematica

Insegnamento: Teoria dei Modelli

SSD: MAT/01

CFU: 8

ORE PER UNITÀ DIDATTICA: 64

Periodo di Erogazione: 2 semestre

		LINEE GUIDA AI FINI DELLA COMPILAZIONE
Lingua d'insegnamento	Italiano	Indicare la lingua con cui si svolgeranno le lezioni
Contenuti	Nozioni fondamentali di teoria dei modelli. Compattezza. Teoria k-categoriche.Tipi, modelli saturi. Ultraprodotti	Devono essere indicati solo i contenuti essenziali, tracciando le principali tematiche di studio
Testi di riferimento	Chang-Keisler, Teoria dei modelli, Bollati-Boringhieri Rothmaler, Introduction to Model Theory, Taylor&Francis	Indicare 2-3 testi di riferimento, al massimo. Altri testi possono essere indicati solo specificandone il loro utilizzo (per esercizi oppure per argomenti specifici)
Obiettivi formativi	Lo studente dovrà aver acquisito le nozioni fondamentali di teoria dei modelli e dovrà essere in grado di applicare le tecniche e metodologie studiate per la risoluzione di esercizi.	Gli Obiettivi formativi di ciascun insegnamento devono esplicitare con chiarezza cosa e quanto ci si attenda dall'apprendimento dello studente al termine del processo formativo. Occorre fare riferimento ai primi due descrittori di Dublino: Conoscenze e capacità di comprensione (knowledge and understanding); Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding).  Se l'insegnamento si presta allo scopo, vanno messi in

		evidenza anche i risultati di apprendimento che corrispondono agli altri Descrittori di Dublino, ossia: Capacità di trarre conclusioni (making judgements); Abilità comunicative (communication skills); Capacità di apprendere (learning skills)
Prerequisiti	Nozioni di base di algebra e di logica matematica	Indicare le conoscenze minime di base richieste per l'approccio al programma formativo che si intende perseguire, nonché le eventuali propedeuticità/prerequisiti così come deliberate dal Consiglio di CdS
Metodologie didattiche  Altre informazioni	Lezioni frontali e risoluzioni di esercizi	Specificare i metodi didattici che verranno utilizzati per il raggiungimento dei suddetti obiettivi formativi.  Specificare il numero di ore frontali erogate e/o di esercitazione e/o di laboratorio, nonché la loro suddivisione negli eventuali moduli didattici.  In caso di frequenza obbligatoria specificare la percentuale minima di presenze e come vengono registrate le presenze.  Eventuali informazioni aggiuntive che contribuiscano a
		meglio chiarire il patto formativo tra il docente e lo studente all'interno di quello specifico insegnamento ed inoltre:  - Se sono previsti materiali di supporto on line;  - Se saranno messe le slides utilizzate durante le lezioni;  - Se sono previste attività di tutorato.
Modalità di verifica dell'apprendimento	Esame scritto e orale	Descrivere con precisione le modalità e le tipologie di verifica dell'apprendimento. In particolare: - per la prova orale, indicare i requisiti minimi per il superamento e i parametri di valutazione - per la prova scritta, specificare il numero delle prove scritte e se costituiscono propedeuticità ad una eventuale prova orale; inoltre, indicare la tipologia (test a risposta

		multipla, questionario, elaborato grafico, relazione scritta, esercizi riguardanti, ecc), il tempo a disposizione, se si svolge in aula, il punteggio o valutazione assegnato alle singole prove  - se è prevista una combinazione di diverse tipologie e, nel caso, quali e come vengono tra loro abbinate.
		Inoltre va indicato:  - Se è consentito consultare testi o materiali didattici durante la prova;  - Se è consentito l'uso di strumenti o materiale informatico (PC, Smart phone, Tablet, ecc);
		Si raccomanda di: specificare la tipologia della prova scritta (test con risposte multiple, problemi, esercizi, domande); quantificare il peso della prova scritta in relazione al voto finale; specificare se sono previste prove intercorso; specificare la tipologia di esame orale.
		Infine, ricordare che per la partecipazione alle prove scritte e all'orale è necessario esibire un documento di riconoscimento in corso di validità
Programma per esteso	Teorie al primo ordine. Classi di strutture. Teorie complete. Linguaggi espansi, diagramma di una struttura. Teorema di completezza e teorema di compattezza. Applicazioni della compattezza. I teoremi di Loweinheim-Skolem. Teorie k-categoriche. Teorema di Vaught per la completezza di una teoria k-categorica. Esempi di teorie k-categoriche: ordini densi lineari privi di massimo e di minimo, gruppi abeliani divisibili e privi di torsioni, campi algebricamenti chiusi di fissata caratteristica. Principio di Lefschetz sul campo complesso. Congettura di Vaught. Teorie decidibili.	Indicare in modo dettagliato il programma, articolandolo con specificità in tutti gli argomenti che si intende affrontare, facendo riferimento:  - al peso in termini di ore/CFU assegnato a ciascuna sezione  - se è integrato da moduli esterni e come sarà integrato  - se prevede attività seminariali e quali  - se prevede sopralluoghi, come si svolgeranno e dove  - se ci saranno esercitazioni, quante e di che tipo  - se è previsto un lavoro laboratoriale  - se è previsto un lavoro in gruppi di studio  - eventuali differenziazioni per gruppi di studenti Erasmus

Tipi di una teoria. Tipi isolati e non isolati, esempi. Teorema di omissione dei
tipi. Teorema di Ryll-Nardzewski. Conseguenze in teoria dei gruppi. Strutture
sature e modelli primi.

Ultraprodotti: algebre di Boole, filtri e ultrafiltri. Teorema di Los e conseguenze. Costruzione d modelli non standadrd dei naturali e del campo ordinato reale. Caratterizzazione di strutture assiomatizzabili e finitamente assiomatizzabili. -ogni quant'altra informazione perché sia chiaro, esaustivo e trasparente il patto formativo con lo studente.

Teaching language	Italian
Contents	Fundamental notions of model theory: compactness, categoricity, types and saturation, ultraproducts.
Textbook and course	Chang-Keisler, Teoria dei modelli, Bollati-Boringhieri
materials	Rothmaler, Introduction to Model Theory, Taylor&Francis
Course objectives	Students should acquire the basic knowledges in model theory and apply notions and techniques in the solution of exercises
Prerequisites	Basic notions in algebra and mathematical logic
Teaching methods	Lectures and exercises

Evaluation methods	Written and oral exam
Course Syllabus	First order theories. Complete theories. Expanded languages. Diagram of a structure. Completeness theorem and compactness. Applications of compactness. Lowenheim-Skolem theorems. k-categorical theories. Vaught test. Examples of k-categorical theories: dense linear order, divisible abelian groups, algebraically closed fields of fixed characteristic. Lefschetz principle. Vaught conjecture. Decidable theories. Types. Isolated types. Omitting type theorem. Ryll-Nardzewski theorem. Satured structures.  Boolean algebra, filters and ultrafilters. Ultraproducts and Los theorem. Non standard models of arithmetics and of real numbers. Applications.