ALLEGATO 1

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO MATEMATICA

CLASSE LM-40

Scuola: Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento: Matematica e Applicazioni "Renato Caccioppoli"

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2022-2023

PIANO DEGLI STUDI A.A. 2022-2023

LEGENDA

Tipologia di Attività Formativa (TAF):

B = Caratterizzanti
C = Affini o integrativi
D = Attività a scelta
E = Prova finale e conoscenze linguistiche
F = Ulteriori attività formative

Curriculum GENERALE

I Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività *(lezione frontale, laboratorio ecc.)*	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Istituzioni di Analisi Superiore	MAT/05	unico	12	96	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio
Istituzioni di Algebra Superiore	MAT/02	unico	9	72	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio
Istituzioni di Geometria Superiore	MAT/03	unico	9	72	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio
Logica Matematica	MAT/01	unico	6+6 +6	48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio (tre a scelta)
Teoria degli Insiemi	MAT/01	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Algebra Commutativa	MAT/02	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	

Metodi Algebrici in Crittografia	MAT/02	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Strutture Algebriche	MAT/02	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Differenziale	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Algebrica	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Topologia Algebrica	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Combinatoria	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Riemanniana	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Analisi Reale	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Calcolo delle Variazioni	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Analisi Funzionale	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Equazioni Differenziali alle Derivate Parziali	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Processi Stocastici	MAT/06	unico	6+6	48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	Obbligatorio (due a scelta)
Modelli Stocastici e Metodi Statistici	MAT/06	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Fluidodinamica	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Meccanica Superiore	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Meccanica dei Continui	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Processi Evolutivi in Fisica Matematica	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Metodi Numerici per Equazioni Differenziali Ordinarie	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Metodi Numerici per l'Analisi dei Dati	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Metodi Numerici per il Datamining	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	

Risoluzione Numerica di Equazioni alle Derivate Parziali	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Teoria dell'Approssima zione e sue Applicazioni	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Ottimizzazione Combinatoria	MAT/09	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Ricerca Operativa	MAT/09	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	

II Anno

Curriculum GENERALE

Denominazione Insegnamento	**SSD**	**Modulo**	**CFU**	**Ore**	**Tipologia Attività** *(lezione frontale, laboratorio ecc.)*	**TAF**	**Ambito disciplinare**	**obbligatorio /a scelta**
Fisica Moderna	FIS/01	unico	6+6	48	Lezione frontale	C	Formazione Affini o Integrativi (Nota 1)	Obbligatorio (due a scelta)
Complementi di Fisica	FIS/01	unico		48		C		
Algoritmi e Applicazioni per l'Intelligenza Artificiale	INF/01	unico		48		C		
Calcolo Parallelo e Distribuito	INF/01	unico		48		C		
Elementi di Economia Matematica	SECS-S/06	unico		48		C		
Teoria dei Giochi	SECS-S/06	unico		48		C		
Finanza Matematica	SECS-S/06	unico		48		C		
A scelta libera purché coerenti con il progetto formativo (Nota 1, Nota 2)		unico	18		Lezione frontale	D		Obbligatorio
Attività previste dall'art. 10 comma 5d DM 270/04 (Nota 3)			4			F		
Prova finale			26			E		Obbligatorio

Nota 1: È consentito l'inserimento di 1 insegnamento di tipo affine o a scelta libera al primo anno, contestualmente allo spostamento al secondo anno di insegnamenti caratterizzanti per un egual numero di CFU.

Nota 2: Sono considerati sicuramente coerenti con il percorso formativo, e possono essere sostenuti come esami a scelta libera purché non già sostenuti, tutti gli insegnamenti presenti nella didattica erogata nei corsi di Laurea triennale in Matematica, Laurea Magistrale in Matematica e Laurea Magistrale in Mathematical Engineering dell'Ateneo Federico II. Per sostenere tali esami non è necessario presentare richiesta in segreteria studenti. In particolare, rientrano in tale tipologia di esami:

▪ quelli esplicitamente elencati nell'apposita voce del percorso di Laurea triennale in Matematica (L-35) dell'Ateneo Federico II di Napoli, relativa ai corsi a scelta;
▪ quelli esplicitamente elencati nell'apposita voce del percorso di Laurea Magistrale in Mathematical Engineering (LM-44) dell'Ateneo Federico II di Napoli, relativa ai corsi a scelta;
▪ tutti quelli caratterizzanti della Laurea Magistrale in Matematica (LM-40) dell'Ateneo Federico II;
▪ quelli esplicitamente elencati nella voce relativa ai corsi affini della Laurea Magistrale in Matematica (LM-40) dell'Ateneo Federico II.

La Commissione di Coordinamento Didattico della Laurea Magistrale in Matematica si riserva comunque la possibilità di esaminare richieste motivate da parte di singoli studenti di sostenere esami presso altri corsi di laurea. In proposito la CCD valuterà la coerenza tenendo conto anche del percorso formativo del singolo studente, osservando che gli esami a scelta libera devono essere espressione di un progetto culturale coerente ed autonomamente sviluppato dallo studente. A tal fine gli studenti presentano domanda in segreteria studenti corredandola delle seguenti informazioni: SSD del corso, numero di CFU, docente e relativa afferenza, programma dell'insegnamento, in anticipo rispetto all'inizio del corso stesso (entro il 31 Agosto per i corsi del primo semestre ed entro il 28 Febbraio per i corsi del secondo semestre). Alla domanda dovrà essere allegato l'elenco degli esami sostenuti dallo studente. La Commissione potrà accogliere la richiesta, respingerla in quanto ritenuta non coerente, o rinviare la decisione in attesa che si sia delineato il percorso formativo scelto dallo studente.

Nota 3: ulteriori conoscenze linguistiche, nonché altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Elenco delle propedeuticità

Nessuna

Curriculum APPLICATIVO

I Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività *(lezione frontale, laboratorio ecc.)*	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Istituzioni di Analisi Superiore	MAT/05	unico	12	96	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio
Istituzioni di Fisica Matematica Superiore	MAT/07	unico	9	72	Lezione frontale	B	Formazione modellistico - applicativa	Obbligatorio
Calcolo Scientifico	MAT/08	unico	6+3	48+36	Lezione frontale e Laboratorio	B	Formazione modellistico - applicativa	Obbligatorio
Logica Matematica	MAT/01	unico	6+6	48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio (due a scelta)
Teoria degli Insiemi	MAT/01	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Algebra Commutativa	MAT/02	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Metodi Algebrici in Crittografia	MAT/02	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Strutture Algebriche	MAT/02	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Differenziale	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Algebrica	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Topologia Algebrica	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Combinatoria	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Riemanniana	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Analisi Reale	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Calcolo delle Variazioni	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Analisi Funzionale	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Equazioni Differenziali alle Derivate Parziali	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	

Processi Stocastici	MAT/06	unico	6+6 +6	48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	Obbligatorio (tre a scelta)
Modelli Stocastici e Metodi Statistici	MAT/06	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Fluidodinamica	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Meccanica Superiore	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Meccanica dei Continui	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Processi Evolutivi in Fisica Matematica	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Metodi Numerici per Equazioni Differenziali Ordinarie	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Metodi Numerici per l'Analisi dei Dati	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Metodi Numerici per il Datamining	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Risoluzione Numerica di Equazioni alle Derivate Parziali	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Teoria dell'Approssimazione e sue Applicazioni	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Ottimizzazione Combinatoria	MAT/09	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Ricerca Operativa	MAT/09	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	

II Anno

Curriculum Applicativo

Denominazione Insegnamento	**SSD**	**Modulo**	**CFU**	**Ore**	**Tipologia Attività** ***(lezione frontale, laboratorio ecc.)***	**TAF**	**Ambito disciplinare**	**obbligatorio /a scelta**
Fisica Moderna	FIS/01	unico	6+6	48	Lezione frontale	C	Formazione Affini o Integrativi (Nota 1)	Obbligatorio (due a scelta)
Complementi di Fisica	FIS/01	unico		48		C		
Algoritmi e Applicazioni per l'Intelligenza Artificiale	INF/01	unico		48		C		
Calcolo Parallelo e Distribuito	INF/01	unico		48		C		

Elementi di Economia Matematica	SECS-S/06	unico		48		C		
Teoria dei Giochi	SECS-S/06	unico		48		C		
Finanza Matematica	SECS-S/06	unico		48		C		
A scelta libera purché coerenti con il progetto formativo (Nota 1, Nota 2)		unico	18		Lezione frontale	D		Obbligatorio
Attività previste dall'art. 10 comma 5d DM 270/04 (Nota 3)			4			F		
Prova finale			26			E		Obbligatorio

Nota 1: È consentito l'inserimento di 1 insegnamento di tipo affine o a scelta libera al primo anno, contestualmente allo spostamento al secondo anno di insegnamenti caratterizzanti per un egual numero di CFU.

Nota 2: Sono considerati sicuramente coerenti con il percorso formativo, e possono essere sostenuti come esami a scelta libera purché non già sostenuti, tutti gli insegnamenti presenti nella didattica erogata nei corsi di Laurea triennale in Matematica, Laurea Magistrale in Matematica e Laurea Magistrale in Mathematical Engineering dell'Ateneo Federico II. Per sostenere tali esami non è necessario presentare richiesta in segreteria studenti. In particolare, rientrano in tale tipologia di esami:

- quelli esplicitamente elencati nell'apposita voce del percorso di Laurea triennale in Matematica (L-35) dell'Ateneo Federico II di Napoli, relativa ai corsi a scelta;
- quelli esplicitamente elencati nell'apposita voce del percorso di Laurea Magistrale in Mathematical Engineering (LM-44) dell'Ateneo Federico II di Napoli, relativa ai corsi a scelta;
- tutti quelli caratterizzanti della Laurea Magistrale in Matematica (LM-40) dell'Ateneo Federico II;
- quelli esplicitamente elencati nella voce relativa ai corsi affini della Laurea Magistrale in Matematica (LM-40) dell'Ateneo Federico II.

La Commissione di Coordinamento Didattico della Laurea Magistrale in Matematica si riserva comunque la possibilità di esaminare richieste motivate da parte di singoli studenti di sostenere esami presso altri corsi di laurea. In proposito la CCD valuterà la coerenza tenendo conto anche del percorso formativo del singolo studente, osservando che gli esami a scelta libera devono essere espressione di un progetto culturale coerente ed autonomamente sviluppato dallo studente. A tal fine gli studenti presentano domanda in segreteria studenti corredandola delle seguenti informazioni: SSD del corso, numero di CFU, docente e relativa afferenza, programma dell'insegnamento, in anticipo rispetto all'inizio del corso stesso (entro il 31 Agosto per i corsi del primo semestre ed entro il 28 Febbraio per i corsi del secondo semestre). Alla domanda dovrà essere allegato l'elenco degli esami sostenuti dallo studente. La Commissione potrà accogliere la richiesta, respingerla in quanto ritenuta non coerente, o rinviare la decisione in attesa che si sia delineato il percorso formativo scelto dallo studente.

Nota 3: ulteriori conoscenze linguistiche, nonché altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Elenco delle propedeuticità

Nessuna

Curriculum DIDATTICO								
I Anno								
Denominazione Insegnamento	**SSD**	**Modulo**	**CFU**	**Ore**	**Tipologia Attività** *(lezione frontale, laboratorio ecc.)*	**TAF**	**Ambito disciplinare**	**obbligatorio /a scelta**
Istituzioni di Analisi Superiore	MAT/05	unico	12	96	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio
Matematiche Elementari da un punto di vista Superiore	MAT/04	unico	6	48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio
Istituzioni di Algebra Superiore	MAT/02	unico	9	72	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio (uno a scelta)
Istituzioni di Geometria Superiore	MAT/03	unico			Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Didattica della Matematica	MAT/04	unico	9	72	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio
Matematica Computazionale e Software Didattico	MAT/08	unico	6	48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	Obbligatorio
Complementi di Probabilità e Statistica	MAT/06	unico	6	48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	Obbligatorio
Logica Matematica	MAT/01	unico	6	48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	Obbligatorio (uno a scelta)
Teoria degli Insiemi	MAT/01	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Algebra Commutativa	MAT/02	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Metodi Algebrici in Crittografia	MAT/02	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Strutture Algebriche	MAT/02	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Differenziale	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Algebrica	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Topologia Algebrica	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Combinatoria	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Geometria Riemanniana	MAT/03	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	

Analisi Reale	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Calcolo delle Variazioni	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Analisi Funzionale	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Equazioni Differenziali alle Derivate Parziali	MAT/05	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione teorica avanzata	
Processi Stocastici	MAT/06	unico	6	48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	Obbligatorio (uno a scelta)
Modelli Stocastici e Metodi Statistici	MAT/06	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Fluidodinamica	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Meccanica Superiore	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Meccanica dei Continui	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Processi Evolutivi in Fisica Matematica	MAT/07	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Metodi Numerici per Equazioni Differenziali Ordinarie	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Metodi Numerici per l'Analisi dei Dati	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Metodi Numerici per il Datamining	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Risoluzione Numerica di Equazioni alle Derivate Parziali	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Teoria dell'Approssimazione e sue Applicazioni	MAT/08	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Ottimizzazione Combinatoria	MAT/09	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
Ricerca Operativa	MAT/09	unico		48	Lezione frontale	B	Formazione modellistico -applicativa	
II Anno								
Curriculum DIDATTICO								

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività *(lezione frontale, laboratorio ecc.)*	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Fisica Moderna	FIS/01	unico	6+6	48	Lezione frontale	C	Formazione Affini o Integrativi (Nota 1)	Obbligatorio (due a scelta)
Complementi di Fisica	FIS/01	unico		48		C		
Preparazione di Esperienze Didattiche	FIS/08	unico		48		C		
Didattica della Fisica	FIS/08	unico		48		C		
Algoritmi e Applicazioni per l'Intelligenza Artificiale	INF/01	unico		48		C		
Calcolo Parallelo e Distribuito	INF/01	unico		48		C		
Elementi di Economia Matematica	SECS-S/06	unico		48		C		
Teoria dei Giochi	SECS-S/06	unico		48		C		
Finanza Matematica	SECS-S/06	unico		48		C		
A scelta libera purché coerenti con il progetto formativo (Nota 1, Nota 2)		unico	18		Lezione frontale	D		Obbligatorio
Attività previste dall'art. 10 comma 5d DM 270/04 (Nota 3)			4			F		
Prova finale			26			E		Obbligatorio

Nota 1: È consentito l'inserimento di 1 insegnamento di tipo affine o a scelta libera al primo anno, contestualmente allo spostamento al secondo anno di insegnamenti caratterizzanti per un egual numero di CFU.

Nota 2: Sono considerati sicuramente coerenti con il percorso formativo, e possono essere sostenuti come esami a scelta libera purché non già sostenuti, tutti gli insegnamenti presenti nella didattica erogata nei corsi di Laurea triennale in Matematica, Laurea Magistrale in Matematica e Laurea Magistrale in Mathematical Engineering dell'Ateneo Federico II. Per sostenere tali esami non è necessario presentare richiesta in segreteria studenti. In particolare, rientrano in tale tipologia di esami:

- quelli esplicitamente elencati nell'apposita voce del percorso di Laurea triennale in Matematica (L-35) dell'Ateneo Federico II di Napoli, relativa ai corsi a scelta;
- quelli esplicitamente elencati nell'apposita voce del percorso di Laurea Magistrale in Mathematical Engineering (LM-44) dell'Ateneo Federico II di Napoli, relativa ai corsi a scelta;
- tutti quelli caratterizzanti della Laurea Magistrale in Matematica (LM-40) dell'Ateneo Federico II;
- quelli esplicitamente elencati nella voce relativa ai corsi affini della Laurea Magistrale in Matematica (LM-40) dell'Ateneo Federico II.

La Commissione di Coordinamento Didattico della Laurea Magistrale in Matematica si riserva comunque la possibilità di esaminare richieste motivate da parte di singoli studenti di sostenere esami presso altri corsi di laurea. In proposito la CCD valuterà la coerenza tenendo conto anche del percorso formativo del singolo studente, osservando che gli esami a scelta libera devono essere espressione di un progetto culturale coerente ed autonomamente sviluppato dallo studente. A tal fine gli studenti presentano domanda in segreteria studenti corredandola delle seguenti informazioni: SSD del corso, numero di CFU, docente e

relativa afferenza, programma dell'insegnamento, in anticipo rispetto all'inizio del corso stesso (entro il 31 Agosto per i corsi del primo semestre ed entro il 28 Febbraio per i corsi del secondo semestre). Alla domanda dovrà essere allegato l'elenco degli esami sostenuti dallo studente. La Commissione potrà accogliere la richiesta, respingerla in quanto ritenuta non coerente, o rinviare la decisione in attesa che si sia delineato il percorso formativo scelto dallo studente.

Nota 3: ulteriori conoscenze linguistiche, nonché altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Elenco delle propedeuticità

Nessuna

ALLEGATO 2

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO MATEMATICA

CLASSE LM-40

Scuola: Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento: Matematica e Applicazioni "Renato Caccioppoli"

Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2022-2023

Insegnamento: Logica Matematica		
SSD: MAT/01		CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Deduzione naturale per il calcolo proposizionale, validità e completezza. Teorema di compattezza con applicazione alla teoria dei grafi. Linguaggi e strutture al primo ordine. Soddisfacibilità e teorema di coincidenza. Formule vere in una struttura, formule soddisfacibili, formule logicamente valide e formule logicamente equivalenti. Conseguenza logica. Omomorfismi, monomorfismi e isomorfismi tra strutture. Insiemi definibili in una struttura. Isomorfismi e insiemi definibili. Confronto tra strutture: strutture elementarmente equivalenti e strutture isomorfe. Sottostruttura elementare. Test di Tarski-Vaught ed applicazione alle strutture ordinate dei razionali e dei reali. Deduzione naturale per il calcolo dei predicati: teorema di completezza. Teorema di compattezza ed alcune applicazioni: i teoremi di Loweinheim-Skolem, modelli non standard dei naturali e dei reali, non assiomatizzabilità di alcune classi di strutture. Teorie k-categoriche ed esempi: ordini densi lineari privi di massimo e di minimo, gruppi abeliani divisibili e privi di torsione. Teorema di Vaught per la completezza di una teoria k-categorica. Teorie decidibili. Computabilità: funzioni primitive ricorsive, funzione di Ackermann e funzioni parziali ricorsive. Tesi di Church. Macchine di Turing e tesi di Turing. Insiemi ricorsivi e insiemi ricorsivamente enumerabili. Macchina di Turing universale. Problema della fermata ed altri problemi non decidibili. Aritmetica di Peano e cenni sui teoremi di incompletezza di Godel.		
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire alcuni strumenti propri della logica matematica, in particolare metodi model-teoretici, per un'analisi di strutture al primo ordine. Prevede, inoltre, un'introduzione alle nozioni fondamentali di teoria della computabilità al fine di illustrare i teoremi di incompletezza di Godel.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Teoria degli insiemi	
SSD: MAT/01	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Linguaggio, assiomi, metodi e risultati della teoria assiomatica degli insiemi ZF, NBG, MK. Classi. Assioma di fondazione. Assioma della scelta, sue conseguenze, equivalenze, generalizzazioni. Numeri reali e loro proprietà. Algebre di Boole. Ultraprodotti. Ipotesi del continuo e sue forme deboli. Aritmetica ordinale e cardinale. Esponenziazione cardinale. Cardinali regolari. Cardinali grandi. Insiemi costruibili.	
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire una introduzione alle tecniche di assiomatizzazione, sviluppo e modellizzazione di una teoria. Confronto fra le diverse teorie degli insiemi (ad es. ZF, NBG, MK). Dimestichezza con i concetti e i risultati della teoria ZF. Familiarità con i concetti di consistenza ed indipendenza. Applicazioni alle altre branche della matematica, vista come disciplina unica.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale	

Insegnamento: Istituzioni di Algebra Superiore		
SSD: MAT/02		CFU: 9
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Nel corso vengono presentati i principali risultati riguardanti la struttura dei gruppi abeliani, dei gruppi risolubili e dei gruppi nilpotenti, condizioni finitarie sui gruppi, estensioni di campi, interi su un sottoanello di un campo.		
Obiettivi formativi: Il corso si propone di sviluppare una conoscenza critica dei contenuti e delle metodologie proprie dell'algebra moderna, con particolare riguardo alla teoria dei gruppi, sia nei suoi risultati classici che in alcuni sviluppi più recenti. Si sviluppano inoltre argomenti di teoria dei campi, utilizzandoli anche per esempi e costruzioni nell'ambito della teoria dei gruppi.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Algebra commutativa	
SSD: MAT/02	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Costruzioni per anelli, moduli e algebre. Moduli ed algebre libere, anelli di polinomi e di serie formali. Radicali. Somme, prodotti, intersezioni e divisioni tra ideali. Nilradicale e radicale di Jacobson. Anelli locali. Anelli di frazioni e localizzazioni; espansioni e contrazioni di ideali. Lemma di Nakayama; teorema dell'intersezione di Krull. Decomposizione primaria di ideali. Condizioni di catena per anelli e moduli. Estensioni di moduli. Funtori Hom. Moduli proiettivi. Ideali frazionari; anelli di Dedekind. Anelli di Bézout, anelli di valutazione, elementi interi su un anello. Anelli degli interi in campi di numeri.

Obiettivi formativi: Il corso si propone di introdurre ai metodi ed ai contenuti fondamentali della teoria degli anelli, dei moduli e delle algebre (commutative) ed alle sue applicazioni, facendo riferimento a linguaggi e metodi utilizzati anche in altri ambiti della matematica.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Metodi algebrici in crittografia		
SSD: MAT/02		CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Algoritmo delle divisioni successive, stime temporali. Stime temporali per le operazioni nell'insieme degli interi modulo m. Crittosistemi simmetrici. Campi finiti e loro ordine. Cifrari a chiave pubblica. Utilizzo dei campi finiti in crittografia. Sistema RSA. Crittosistemi su curve ellittiche. Test di primalità di Solovay-Strassen e di Miller-Rabin e pseudoprimalità, test di primalità ECPP.		
Obiettivi formativi: Il corso si propone di illustrare alcuni tra i principali sistemi crittografici che siano storicamente importanti o attualmente in uso, con particolare riguardo al ruolo svolto nella costruzione di tali sistemi da strumenti algebrici quali l'aritmetica modulare, la teoria dei campi finiti, gli aspetti algebrici della teoria delle curve ellittiche.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Strutture algebriche		
SSD: MAT/02		**CFU: 6**
Anno di corso: 1°	**Tipologia di Attività Formativa: B**	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Strutture d'ordine e loro proprietà con particolare riguardo ai reticoli (teorema di Whitman, partizioni). Cenni di teoria dei gruppi. Teoria reticolare dei gruppi (teoremi di Wielandt, teorema di Ore, decomposizioni reticolari, problemi di complementazione, proiettività).		
Obiettivi formativi: Il corso si propone di approfondire metodi e contenuti della teoria delle strutture algebriche e delle sue applicazioni, con particolare riguardo alle strutture d'ordine, alle strutture gruppali e le loro interconnessioni.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna **Propedeuticità in uscita: Nessuna**		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Istituzioni di Geometria Superiore	
SSD: MAT/03	CFU: 9
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Programma: Geometria differenziale: Varietà topologiche e differenziabili. Vettori tangenti. Applicazioni differenziabili: diffeomorfismi, rivestimenti, immersioni, sommersioni ed embedding. Funzioni di troncatura e partizioni dell'unità. Sottovarietà. Campi vettoriali. Curve integrali e flusso di un campo vettoriale. Fibrati vettoriali, sezioni e morfismi di fibrati. Riferimenti locali. Il fibrato cotangente. Integrali di linea. Tensori e calcolo tensoriale. Forme differenziali, orientabilità e integrazione su varietà. Complessi di R-moduli e loro coomologia, prime proprietà. Coomologia di de Rham. Lemma di Poincaré. Successione di Mayer-Vietoris. Coomologia delle sfere. Teorema della sfera irsuta. Teorema dei punti fissi di Brouwer. Geometria algebrica: Spazio affine e chiusi algebrici. Topologia di Zariski. Anelli Noetheriani e teorema della base. Lemma di Gauss e anelli fattoriali. Teorema degli zeri. Curve piane. Punti regolari e retta tangente ad una curva. Molteplicità di una curva in un punto. Frazioni e anelli locali. Espressione asintotica della molteplicità. Molteplicità d'intersezione di due curve piane in un punto. Curve nel piano proiettivo. Teorema di Bézout.
Topologia algebrica: Categorie, funtori e trasformazioni naturali. La categoria omotopica. Retratti per deformazione e spazi contraibili. Gruppi abeliani liberi. Richiami su spazi affini e celle convesse. Catene singolari e loro omologia. Omologia e connessione per archi. Complessi di catene. Omomorfismo di connessione. Teorema Fondamentale dell'algebra omologica. Cenni su: invarianza omotopica dell'omologia, invarianza omologica dell'omotopia, teorema di escissione, teorema di Mayer-Vietoris.

Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è fornire una introduzione alla geometria differenziale, algebrica e alla topologia algebrica. Si discuteranno i risultati più importanti in questi tre campi e si illustreranno le principali tecniche di dimostrazione e di risoluzione dei problemi.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Geometria Differenziale	
SSD: MAT/03	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Varietà topologiche e differenziabili. Esempi (spazi vettoriali, sfere, spazi proiettivi reali e complessi, grafico di una funzione, insiemi di livello regolari). Vettori tangenti. Applicazioni differenziabili: diffeomorfismi, rivestimenti, immersioni, sommersioni ed embedding. Gruppi di Lie (definizione ed esempi). Funzioni di troncatura e partizioni dell'unità. Sottovarietà regolari ed immerse. Teoremi di Whitney. Campi vettoriali. Curve integrali e flusso di un campo vettoriale. Fibrati vettoriali. Sezioni e riferimenti locali. Il fibrato tangente e cotangente. Integrali di linea. Cenni di algebra multilineare. Tensori. Forme differenziali. Orientabilità e integrazione su varietà orientate. Complessi di R-moduli e loro coomologia. Coomologia di de Rham. Lemma di Poincaré. Successione di Mayer-Vietoris. Teorema della sfera irsuta. Esempi di calcolo della coomologia di de Rham.

Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è fornire una introduzione alle varietà differenziabili ed al calcolo su varietà. Al termine dell'insegnamento lo studente deve saper dimostrare di avere familiarità con il linguaggio della geometria differenziale, di aver acquisito una conoscenza di base sugli argomenti esposti nel corso e di saperli rielaborare con parole proprie.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Geometria Algebrica		
SSD: MAT/03		CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: spazio affine e chiusi algebrici. Topologia di Zariski e sue proprietà. Insiemi riducibili ed irriducibili. Anelli Noetheriani e teorema della base di Hilbert. Spazi topologici Noetheriani e corrispondenza tra chiusi e ideali. Radicale e teorema degli zeri di Hilbert. Varietà algebriche affini. Anello delle coordinate e dimensione di una varietà algebrica. Altezza, dimensione di Krull e grado di trascendenza. Lemma di Gauss e anelli fattoriali. Anelli graduati e varietà proiettive. Anelli locali, localizzazioni e funzioni regolari. Morfismi, morfismi dominanti e proprietà delle fibre di un morfismo. Insiemi costruibili. Morfismi finiti e proiezioni. Punti regolari e spazio tangente. Anelli locali regolari e spazio cotangente di Zariski. Derivazioni su un modulo. Prefasci, fasci e morfismi tra essi. Fascificazione di un prefascio. Monomorfismi ed epimorfismi di fasci. Nucleo ed immagine di un morfismo di fasci. Spazi localmente anellati. Spettro di un anello. Schemi affini. Esempi di schemi affini		
Obiettivi formativi: Il fine del corso è di fornire un'introduzione alla geometria algebrica. Di fornire, poi, gli strumenti fondamentali per lo studio delle varietà algebriche e degli schemi affini. Discutere i risultati più importanti, e illustrare le principali tecniche di dimostrazione e di risoluzione dei problemi.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Geometria Combinatoria	
SSD: MAT/03	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B
Programma: Corpi e campi, Anelli dei polinomi a coefficienti in un campo in una variabile. Campo di spezzamento di un polinomio. Campi finiti e loro automorfismi. L'anello dei polinomi in più variabili su un campo finito. Funzioni Ideali di polinomi e varietà algebriche. Spazi proiettivi su un campo. Teorema di Chevally-Warning e conseguenze. Piani proiettivi finiti. Archi in piani proiettivi finiti. Piani proiettivi finiti desarguesiani. Ovali e iperovali in PG (2, q). Il Teorema di Segre q dispari. O-polinomi e il Teorema di Segre q pari. Calotte in PG (3, q). Ovoidi in PG (3, q). Il Teorema di Barlotti e Panella q dispari. I Teoremi di Desargues e Pappo. Un esempio di piano non desarguesiano. Spazi proiettivi e affini su campi finiti. Forme sesquilineari e polarità. Quadriche di PG (n, q). Fibrazioni di PG (n, q) e piani di traslazione. Nozioni di base sui codici. Codici Lineari. Codici di Hamming. Codici MDS. Codici di Reed-Muller.	
Obiettivi formativi: Il fine del corso è: 1) Fornire un'introduzione alla geometria su campi. 2) Fornire gli strumenti per lo studio della teoria dei Codici, con particolare riguardo a quella dei Codici Lineari. 3) Discutere i risultati più importanti, e illustrare le principali tecniche di dimostrazione e di risoluzione dei problemi.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.	

Insegnamento: Topologia Algebrica	
SSD: MAT/03	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B
Richiami di topologia generale: connessione e connessione per archi, anche in forma locale, componenti connesse e connesse per archi, omeomorfismi locali. Omotopia tra cammini, gruppo fondamentale, cenni sulla teoria dei rivestimenti. Un esempio di spazio topologico con gruppo fondamentale finito non abeliano. Categorie, funtori e trasformazioni naturali. Omotopia tra funzioni ed equivalenze omotopiche. Retratti per deformazione e spazi contraibili. Richiami sui gruppi abeliani liberi. Richiami di geometria affine. Simplessi simpliciali. Suddivisione baricentrica. Il complesso delle catene singolari di uno spazio topologico. L'operatore di bordo. Cicli e bordi singolari. I gruppi di omologia singolare di uno spazio topologico. Complessi di catene e successioni esatte di gruppi abeliani. Morfismi tra complessi di catene ed omotopie tra morfismi. Categorie associate a tali oggetti. L'invarianza omotopica dell'omologia. Omologia relativa. I teoremi di escissione e di Mayer-Vietoris. Esempi di calcolo di gruppi di omologia di alcuni spazi classici.	
Obiettivi formativi: Il fine del corso è quello di fornire un'introduzione ai temi principali della topologia algebrica: costruire invarianti di tipo algebrico per lo studio di oggetti geometrici quali i poliedri e le varietà topologiche. Si discuteranno i risultati più importanti in tali ambiti illustrando le principali tecniche di dimostrazione e di risoluzione dei problemi.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.	

Insegnamento: Geometria Riemanniana		
SSD: MAT/03		CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa:	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Richiami di calcolo tensoriale. Metriche riemanniane. La connessione di Levi-Civita e la derivata covariante. Il tensore di Riemann. Teoria delle geodetiche, mappa esponenziale e applicazioni. Cenni di teoria delle sottovarietà. Funzioni distanza. Teoremi di confronto. Relazioni tra curvatura e topologia. Teoremi di splitting/soul. Varietà a curvatura positiva.		
Obiettivi formativi: Il corso intende presentare un'introduzione alla geometria riemanniana, fornire le nozioni e le tecniche di base (principalmente di tipo analitico) e discutere alcuni dei teoremi fondamentali, con particolare attenzione alle relazioni tra curvatura e topologia.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Didattica della Matematica	
SSD: MAT/04	CFU: 9
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Analisi delle linee guida, nazionali e internazionali, sulla "matematica da insegnare". Principali quadri teorici sviluppati in didattica della matematica per la progettazione e sviluppo di attività di insegnamento. Studio del modello di mediazione semiotica e del ruolo dei segni nell'apprendimento matematico (Vygotskij, Duval, Radford). Il ruolo della discussione matematica, delle tecnologie e dei linguaggi e la loro gestione da parte dell'insegnante nelle dinamiche di insegnamento e apprendimento della matematica (Sfard, Ferrari). Didattica dell'algebra elementare: la nozione di symbol sense (Arcavi); concezioni operazionali e strutturali in matematica (Sfard); il gap aritmetica-algebra (Mason-Radford). Didattica dell'analisi elementare: storia ed epistemologia del concetto di funzione; sua natura di processo e oggetto (Sfard); le radici cognitive di alcuni concetti dell'analisi e loro relazione con le definizioni (Vinner e Tall). Progettazione e sviluppo di metodologie di insegnamento, costruzione di attività e di un curriculum matematico. studio dei processi di apprendimento mediante uso delle tecnologie: potenzialità e criticità.	
Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è la rielaborazione delle conoscenze matematiche di base alla luce delle problematiche di insegnamento e di apprendimento della disciplina nelle scuole. Interpretazione delle produzioni degli studenti in problemi matematici. Costruire nuovi e stimolanti percorsi didattici per l'apprendimento della matematica nella scuola secondaria (o di altro livello).	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Relazione di gruppo e prova orale.	

Insegnamento: Matematiche elementari da un punto di vista superiore	
SSD: MAT/04	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Origine dei vari tipi di numeri e principali svolte concettuali che si sono susseguite nella storia. Motivazioni storiche ed epistemologiche delle estensioni numeriche: da N a Z a Q ad R. Problematiche didattiche relative ai vari tipi di numeri e alle loro proprietà. Ragioni algebriche e topologiche del passaggio da Q ad R. L'infinito in matematica e nella scuola, infinito potenziale ed attuale, l'infinito in geometria. Riflessioni sui significati dell'algebra, in particolare sui collegamenti fra algebra "elementare" ed algebra "astratta", nonché sul passaggio aritmetica-algebra: l'algebra come linguaggio. Sono inoltre previsti argomenti diversi da approfondire di anno in anno.	
Obiettivi formativi: L'obiettivo del corso è la rivisitazione e inquadramento dei principali argomenti di matematica di interesse scolastico alla luce dell'evoluzione storica della matematica e del suo assetto disciplinare attuale.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Relazione di gruppo e prova orale.	

Insegnamento: Istituzioni di Analisi Superiore	
SSD: MAT/05	CFU: 12
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduzione alla teoria delle funzioni di variabile complessa, funzioni olomorfe e condizione di Cauchy-Riemann, funzioni armoniche, serie di potenze e funzioni analitiche, teorema e formule di Cauchy, indefinita derivabilità e analiticità delle funzioni olomorfe, sviluppo in serie di Taylor, zeri e principi di identità, sviluppo in serie di Laurent e studio delle singolarità isolate, proprietà di media e principio di massimo modulo, teoria dei residui. Teoria della misura e integrazione astratta, passaggio al limite sotto il segno di integrale; misure di Borel positive in spazi topologici localmente compatti, teorema di rappresentazione di Riesz, teorema di Lusin; costruzione della misura di Lebesgue in R^n e sue principali proprietà, insiemi non misurabili. Diseguaglianze di Jensen, Young, Hölder e Minkowski. Spazi L^p, densità della classe delle funzioni semplici e di quella delle funzioni a supporto compatto. Nozioni di convergenza per successioni di funzioni misurabili. Misure in spazi prodotto e teoremi di Tonelli e Fubini; convoluzioni. Introduzione alle misure complesse, misura variazione totale, teorema di Radon-Nikodym e decomposizione di Lebesgue, duale di L^p. Trasformazione di Fourier in L^1 e L^2. Introduzione all'Analisi funzionale: spazi metrici, normati, con prodotto scalare; operatori e funzionali lineari. Spazi di Hilbert: proiezione su di un convesso chiuso e su un sottospazio chiuso, rappresentazione dei funzionali lineari e continui, sistemi ortonormali, diseguaglianza di Bessel, serie di Fourier. Il teorema di Hahn-Banach e prime conseguenze: duale di uno spazio normato, biduale, convergenza debole, spazi riflessivi; separazione di insiemi convessi. Spazi di Banach: teoremi di Baire, di Banach-Steinhaus, principio di limitatezza uniforme, teorema dell'applicazione aperta, del grafico chiuso.

Obiettivi formativi: Il corso presenta alcuni argomenti fondamentali dell'Analisi Matematica: introduzione alla teoria delle funzioni analitiche, teoria dell'integrazione secondo Lebesgue, serie e trasformazione di Fourier, i primi elementi di Analisi Funzionale.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova scritta (esercizi e problemi numerici eventualmente a risposta multipla) e prova orale.

Insegnamento: Analisi Reale		
SSD: MAT/05		CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Funzioni a variazione limitata e funzioni assolutamente continue (funzioni di una variabile): proprietà. Funzioni a variazione limitata (funzioni di più variabili) e loro proprietà. Misura di Hausdorff. Insiemi di perimetro finito e diseguaglianza isoperimetrica.		
Obiettivi formativi: Gli obiettivi del corso sono: approfondire i concetti di integrazione e derivazione per funzioni non regolari e fornire strumenti per lo studio di proprietà geometriche degli insiemi.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Analisi funzionale	
SSD: MAT/05	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Cenni a modelli fisico-matematici. Richiami sugli spazi vettoriali e topologici. Compattezza. Spazi normati e loro completamento. Criteri di compattezza in spazi di funzioni. Compattezza e caratterizzazione degli spazi finito dimensionali. Problemi di punto fisso e teorema di Leray-Schauder. Applicazioni alle equazioni differenziali ordinarie non-lineari. Funzionali di Minkowski. Estensione di funzionali lineari. Separazione di insiemi convessi. Spazi vettoriali topologici. Identità tra spazi localmente convessi e spazi con topologia generata da famiglie di seminorme. Spazi di Banach. Topologie deboli e deboli star e criteri di compattezza. Minimizzazione di funzionali convessi. Applicazioni a problemi del calcolo delle variazioni. Spazi di operatori lineari. Principi di uniforme limitatezza, dell'applicazione aperta e del grafico chiuso. Operatori a rango chiuso. Operatori semifredholmiani. Operatori compatti. Operatori di tipo Riesz. Aggiunto di un operatore. Relazioni di complementarità. Operatori fredholmiani. Indice. Spettro. Indice di un operatore di tipo Riesz. Spettro di un operatore compatto. Spazi hilbertiani e proiezioni. Ortogonali. Rappresentazione di funzionali lineari. Diagonalizzabilità di operatori compatti autoaggiunti. Applicazioni all'equazione delle onde e all'equazione del calore.

Obiettivi formativi: Obiettivi principali del corso sono la capacità di impostare lo studio di modelli fisico-matematici in un ambito costituito da spazi di funzioni, di analizzare le proprietà più rilevanti di questi spazi, di affrontare tale studio con gli strumenti acquisiti.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Calcolo delle variazioni	
SSD: MAT/05	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Teoria classica del Calcolo delle Variazioni, problemi storici ed esempi. Spazi di funzioni. Minimi forti e deboli. Differenziale di Frechet e di Gateaux. Lemma fondamentale del Calcolo delle variazioni e lemma di Du Bois-Reymond. Condizioni necessarie per la minimalità: condizioni al primo ordine (equazioni di Eulero Lagrange, condizioni di Erdmann-Weierstrass) e condizioni al secondo ordine (condizioni di Legendre). Regolarità delle soluzioni. Problemi a estremi liberi e problemi isoperimetrici. Diseguaglianze di Poincaré-Wirtinger e problema isoperimetrico nel piano. Minimi e convessità. Condizioni sufficienti per la minimalità: condizioni di Weierstrass e Jacobi. Formulazione Hamiltoniana. Equazioni di Hamilton-Jacobi. Minimi Lipschitz e minimi assolutamente continui. Metodi diretti del Calcolo delle Variazioni. Minimizzazione in spazi di Sobolev. Teorema di Tonelli. Problemi multidimensionali. Equazione di Eulero-Lagrange in dimensione n. Funzionale di Dirichlet: esistenza, unicità e regolarità dei minimi.

Obiettivi formativi: Il corso è inteso come un'introduzione al Calcolo delle Variazioni con particolare attenzione alla teoria classica e alla determinazione dei minimi di funzionali scalari e delle loro proprietà di regolarità.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Equazioni differenziali alle derivate parziali	
SSD: MAT/05	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Equazione di Laplace: soluzione fondamentale e potenziale newtoniano. Funzioni armoniche: teorema della media, principio del massimo, teorema di Liouville, disuguaglianza di Harnack, lemma di Weyl, e analiticità delle funzioni armoniche. Unicità delle soluzioni del problema di Dirichlet e di Neumann. La funzione di Green. Calcolo esplicito della funzione di Green nel semispazio e nella palla. Il principio di Dirichlet. Equazione del calore: soluzione fondamentale, teorema della media e principio del massimo. Unicità e unicità nel passato. Metodi energetici. Equazione del trasporto. Equazione delle onde. Formula risolutiva in dimensione 1, 2 e 3. Cono caratteristico e velocità finita di propagazione. Metodi energetici. Il metodo di separazione delle variabili e sua applicazione alla risoluzione dell'equazioni di Poisson, del calore e dei mezzi porosi. Trasformata di Fourier e applicazioni alla risoluzione dell'equazione di Poisson, del calore, delle onde e del telegrafo. Trasformata di Laplace e applicazioni. Spazi di Sobolev: definizioni e prime proprietà, H=W, approssimazione con funzioni regolari, domini di estensione, tracce, immersioni e immersioni compatte, disuguaglianza di Poincaré. Soluzione debole di un'equazione ellittica. Esistenza delle soluzioni deboli e loro regolarità. Operatori compatti. Teoria di Fredholm. Autovalori e spettro di un operatore compatto. Autovalori del laplaciano.

Obiettivi formativi: Il corso intende fornire gli elementi di base della teoria classica delle equazioni di Poisson, del calore e delle onde e un'introduzione abbastanza dettagliata alle funzioni di Sobolev e alla teoria delle soluzioni deboli delle equazioni ellittiche.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Modelli stocastici e metodi statistici	
SSD: MAT/06	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Simulazione di processi stocastici continui. Sistemi di servizio. Leggi di Little. Processo di Poisson. Processi di Nascita-Morte. Variabili aleatorie di particolare interesse tra cui variabile gamma, iper-esponenziale, chi-quadrato. Catene di Markov. Ergodicità. Code: M/M/1, M/M/1/K, M/M/s, M/M/∞, M/D/1, M/G/1, GI/M/s. Code con distribuzione di Erlang. Cenni alla teoria degli stimatori e della verifica di ipotesi statistiche. Applicazioni di test statistici. Istanze specifiche del metodo Monte Carlo. Simulazione di variabili aleatorie. Simulazione di sistemi di servizio e relativa analisi statistica. Uso di R per l'implementazione di algoritmi di simulazione e di analisi statistica.

Obiettivi formativi: L'insegnamento intende introdurre lo studente allo studio di processi stocastici in tempo continuo e con spazio degli stati discreto e alla loro simulazione. Dopo la trattazione della simulazione di processi continui, particolare attenzione è rivolta ai processi di nascita-morte e alla teoria delle code attraverso la formulazione e l'analisi di modelli matematico-probabilistici e di simulazione atti a descrivere sistemi reali. Ulteriore obiettivo è quello di far cogliere agli studenti le questioni rilevanti insite nella costruzione di modelli stocastici di fenomeni fisici, biologici ed economici e nella loro analisi statistica, nonché le problematiche inerenti alla costruzione di simulazioni numeriche.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Processi stocastici		
SSD: MAT/06		CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Richiami di definizioni e teoremi fondamentali di teoria della misura di probabilità. Medie condizionate con numerosi esempi di applicazione. Tempi d'arresto. Martingale e risultati di convergenza. Esempi. Moto browniano. Leggi notevoli del moto browniano. Processi di Markov. Approccio analitico al moto browniano. Integrazione stocastica. Formula di Ito ed equazioni differenziali stocastiche.		
Obiettivi formativi: L'insegnamento intende rafforzare le conoscenze di base del Calcolo delle Probabilità (rendendo allo stesso tempo maggiormente omogenea la classe) mediante la riproposizione, a carattere di marcato formalismo, di contenuti fondamentali. Si forniscono concetti, contenuti e strumenti, quali definizioni, proprietà e teoremi riguardanti medie condizionate, tempi di arresto, martingale, moto browniano, processi di Markov e integrazione stocastica, che rappresentano la base sia per uno studio più approfondito della teoria sia per un consapevole utilizzo nelle applicazioni dei processi stocastici.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Complementi di probabilità e statistica		
SSD: MAT/06		CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Vettori gaussiani. Probabilità condizionata da una sigma algebra. Paradossi e problemi che rappresentano nodi concettuali per l'insegnamento della probabilità. Media condizionata da una sigma algebra. Serie storiche. Proprietà degli stimatori dei minimi quadrati. Analisi statistica descrittiva e rappresentazione dei dati come processo aleatorio; teorema di Glivenko-Cantelli. Statistiche d'ordine e stimatori per i quantili. Il test delle ipotesi statistiche. La generazione di numeri aleatori e il metodo di Montecarlo. Commenti su alcuni esempi di unità didattiche per l'insegnamento della probabilità.		
Obiettivi formativi: L'insegnamento si prefigge di completare dal punto di vista formativo e informativo la preparazione degli studenti nello specifico settore disciplinare con una impostazione che tenda a mettere in risalto aspetti e metodi utili nella pratica didattica. Anche per tale scopo, la trattazione degli argomenti prevede l'utilizzo di esempi analizzati con l'ausilio del Linguaggio R (o di un foglio di calcolo).		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Istituzioni di Fisica Matematica Superiore	
SSD: MAT/07	CFU: 9
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Le equazioni canoniche di Hamilton. Modelli lagrangiani. Coordinate cicliche o ignorabili. Principi variazionali della Meccanica. Trasformazioni canoniche. Elementi di teoria di equazioni differenziali alle derivate parziali del primo ordine lineari e non lineari. Equazione di Hamilton-Jacobi e sua integrazione: caso di separazione delle variabili ed applicazioni. Equazioni classiche della Fisica Matematica ed applicazioni. Introduzione alla Meccanica dei Continui. Il modello dei fluidi perfetti. Leggi integrali di bilancio e loro formulazione locale.	
Obiettivi formativi: Acquisizione di metodologie e competenze di Meccanica Analitica con riferimento alle applicazioni. Inoltre, il corso intende fornire le prime nozioni riguardanti la determinazione delle equazioni differenziali alle derivate parziali classiche della Fisica Matematica e le loro applicazioni.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.	

Insegnamento: Meccanica dei Continui	
SSD: MAT/07	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Cinematica e deformazioni di un sistema continuo. Leggi integrali di bilancio per i continui semplici e loro formulazione locale euleriana e lagrangiana. Equazioni di Eulero dei fluidi perfetti. Principali risultati di statica e dinamica di un fluido perfetto e applicazioni. Moti piani, potenziali di velocità e di Stokes. Teoria dei profili alari. Paradosso di D'Alembert. Teoria di Hadamard per PDEs. Tensore acustico, fronti d'onda ed equazione iconale. Bilancio dell'energia e principi della termodinamica. Assiomi costitutivi. Disuguaglianza di dissipazione ridotta e applicazioni ai fluidi viscosi e ai continui elastici. Equazioni di Navier-Stokes e di Navier-Cauchy. Strato limite e ipotesi di Prandtl. Equazioni di Prandtl e di Blasius. Propagazione ondosa nei fluidi perfetti e nei continui elastici lineari. Applicazioni al calcolatore.	
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire l'acquisizione di metodologie e competenze di Meccanica dei Continui con riferimento alle applicazioni. Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.	

Insegnamento: Fluidodinamica	
SSD: MAT/07	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Cinematica dei continui deformabili. Equazioni cardinali della Meccanica per i sistemi continui. Assioma degli sforzi. Teorema di Cauchy e tensore degli sforzi. Formulazione locale delle equazioni cardinali della Meccanica. Problema fondamentale della Meccanica dei sistemi continui. Principi della Termodinamica. Fluidi viscosi. Equazioni di Navier-Stokes. Analisi e ruolo delle condizioni al contorno. Analisi qualitativa di un moto. Stabilità di moti fluidi. Dipendenza topologica della nozione di stabilità ed esempi. Teorema di Arnold. Fluidi viscosi non isotermi. Problema della convezione naturale in un fluido chiaro ed in un mezzo poroso.

Obiettivi formativi: Il corso intende fornire allo studente una conoscenza approfondita dei fenomeni fluidodinamici e dei modelli in grado di rappresentarli. In particolare, l'obiettivo principale del corso consiste - partendo dal particolare fenomeno fluidodinamico - nel fornire allo studente le conoscenze sufficienti per individuare il modello matematico più appropriato al fenomeno in esame.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Meccanica Superiore	
SSD: MAT/07	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Richiami di meccanica hamiltoniana: parentesi di Poisson; trasformazioni canoniche; equazione di Hamilton-Jacobi; variabili angolo-azione, invarianti adiabatici per particella in potenziale coulombiano. Regole di quantizzazione di Bohr-Sommerfeld-Ehrenfest. Formulazione matriciale della meccanica quantistica (Heisenberg-Born-Jordan). Regole di commutazione di Heisenberg e formulazione operatoriale (Dirac). Esperimento di Stern-Gerlach. Stati puri, stati misti. Rappresentazioni, trasformazioni unitarie, dinamica negli schemi di Heisenberg e Schroedinger e loro equivalenza. Equazione di Schrödinger. Stati stazionari. Rappresentazioni nello spazio delle coordinate e degli impulsi. Regole di indeterminazione di Heisenberg. Diffrazione ed interferenza. Problemi 1-dim. Operatori chiusi, hermitiani, (essenzialmente) autoaggiunti e criteri relativi (spettro e funzione spettrale). Sviluppo spettrale ed autorappresentazioni di x, p. Gruppi ad un parametro di operatori unitari, teoremi di Stone e von Neumann. Teoremi di Kato e Kato-Rellich, e stabilità dei sistemi atomici. Sistemi completi di osservabili che commutano. Rappresentazioni dell'algebra del momento angolare; armoniche sferiche. Atomo di idrogeno.

Obiettivi formativi: Il corso intende fornire allo studente concetti, modelli e strumenti matematici fondamentali della Meccanica Quantistica, partendo dalla formulazione hamiltoniana della Meccanica Classica. In tal modo si intendono fornire metodologie e competenze di base e nello stesso tempo stimolare curiosità e motivazioni per approfondire lo studio in questo ambito della Fisica Matematica.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Processi evolutivi in Fisica Matematica	
SSD: MAT/07	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Strumenti di analisi qualitativa, quali ad esempio Teoria della Stabilità, Teoria della biforcazione e Metodi di Controllo Ottimo, finalizzati allo studio di processi retti da equazioni differenziali finito e infinito dimensionali, quali processi di crescita, di diffusione e processi con ritardo.	
Obiettivi formativi: Far acquisire alcune metodologie matematiche avanzate per lo studio di processi evolutivi retti da equazioni differenziali. Rendere lo studente in grado di affrontare la lettura e la comprensione di recenti contributi alla letteratura scientifica orientati alle applicazioni pratiche in vari ambiti delle Scienze Applicate, quali Economia, Ingegneria, Epidemiologia, Biologia.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.	

Insegnamento: Calcolo Scientifico	
SSD: MAT/08	CFU: 6+3
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:

Algebra Lineare Numerica: matrici sparse, metodi di Krylov (metodo del gradiente coniugato e metodo GMRES), precondizionatori; algoritmi per il calcolo di trasformazioni ortogonali (Givens, Householder, Gram-Schmidt) e di fattorizzazioni QR; risoluzione numerica del problema dei minimi quadrati lineare mediante equazioni normali e mediante fattorizzazione QR; risoluzione numerica di problemi agli autovalori; cenni sulla decomposizione ai valori singolari.

Minimizzazione di funzioni quadratiche: metodo del gradiente. Risoluzione di sistemi di equazioni non lineari: metodi di Newton.

Introduzione alla risoluzione numerica di equazioni differenziali alle derivate parziali: metodi alle differenze finite, consistenza, stabilità, convergenza.

Applicazioni dei metodi numerici suddetti a vari problemi, quali, ad esempio, il Page Ranking di Google, la compressione di immagini digitali, semplici problemi di trasporto di inquinanti nell'atmosfera.

Costituiscono parte integrante del programma lo sviluppo e l'applicazione di funzioni che implementano gli algoritmi numerici suddetti, e l'analisi dei risultati con esse ottenuti, in ambiente MATLAB (o in altri problem solving environment o linguaggi di programmazione).

Obiettivi formativi:

Il percorso formativo ha l'obiettivo di approfondire e ampliare le conoscenze acquisite in insegnamenti di base dell'Analisi Numerica, affrontando tematiche più avanzate e fornendo metodologie e strumenti per la risoluzione numerica di problemi matematici alla base della modellazione e simulazione di applicazioni scientifiche. L'attenzione è rivolta sia agli aspetti teorici sia a quelli computazionali. In particolare, si intende fornire metodologie di progetto, implementazione, analisi e applicazione di algoritmi numerici, con l'obiettivo finale di far acquisire allo studente una rigorosa e solida preparazione preliminare a corsi specialistici, nell'ambito dell'Analisi Numerica classica e della Data Science.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame:

L'esame consiste in una prova di laboratorio, o una prova scritta, e in una prova orale.

Insegnamento: Metodi numerici per equazioni differenziali ordinarie	
SSD: MAT/08	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Metodi numerici ad un passo e a più passi per problemi a valori iniziali. Convergenza e stabilità. Analisi dell'errore locale e globale. Metodi espliciti e metodi impliciti. Risoluzione numerica di sistemi stiff. Teoria della stabilità lineare e non lineare. Metodi simplettici per sistemi Hamiltoniani. Cenni alla risoluzione numerica di equazioni con ritardo. Metodi numerici per problemi ai limiti. Attività di laboratorio: sviluppo di codici basati sui metodi studiati e simulazione numerica di fenomeni reali utilizzando sia gli algoritmi implementati che i codici delle librerie numeriche presenti in letteratura.	
Obiettivi formativi: Il corso rappresenta una introduzione allo sviluppo ed analisi di metodi per l'approssimazione numerica di equazioni differenziali ordinarie. L'obiettivo principale consiste nel fornire gli strumenti: per la comprensione dei metodi attraverso l'analisi dell'accuratezza e della stabilità, per la loro corretta implementazione, per lo studio, attraverso una sperimentazione opportuna, del comportamento della soluzione numerica, per discutere algoritmi alternativi e dedurre conclusioni critiche.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale e valutazione di un progetto correlato agli argomenti del corso.	

Insegnamento: Risoluzione numerica di equazioni alle derivate parziali		
SSD: MAT/08		CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Concetti e definizioni preliminari sugli operatori differenziali alle derivate parziali. Risoluzione numerica di problemi ai valori iniziali e ai limiti di tipo ellittico, parabolico ed iperbolico. Schemi di approssimazione a differenze finite ad elementi finiti di equazioni alle derivate parziali. Studio della consistenza, convergenza e stabilità. Considerazioni sull'utilizzo dei metodi in casi non coperti dalla teoria. Risoluzione numerica di alcune equazioni selezionate che vengono dalle applicazioni.		
Obiettivi formativi: Il corso riguarda lo studio di metodi ed algoritmi per risolvere numericamente problemi descritti da modelli differenziali alle derivate parziali. Saranno presi in esame i principali operatori differenziali - ellittico, parabolico ed iperbolico - e attraverso l'analisi numerica e algoritmica delle fasi risolutive, si intende accostare lo studente alle problematiche alla base della risoluzione dei modelli applicativi.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale e valutazione di un progetto concordato durante il corso.		

Insegnamento: Metodi numerici per l'Analisi Dati	
SSD: MAT/08	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduzione all'analisi di segnali monodimensionali e bidimensionali. Il campionamento in tempo e in frequenza di una funzione. La trasformata di Fourier continua e quella discreta (DFT). Applicazioni della DFT: il prodotto di convoluzione; il prodotto matrice vettore con matrici Circolanti e di Toeplitz; il problema della migliore approssimazione trigonometrica. La trasformata veloce di Fourier (FFT) e principali algoritmi: la classe FFT radix-2 e quella radix-r. Stabilità numerica della FFT. La trasformata continua e quella discreta di Wavelet (DWT). Applicazioni della DWT alla compressione di immagini digitali e la Wavelet packet. Fondamenti di algebra lineare numerica per problemi orientati all'analisi dei dati. Algoritmi numerici per il calcolo dei Valori Singolari (SVD), la fattorizzazione QR con trasformazioni ortogonali e iterative, principali teoremi di localizzazione degli autovalori. Applicazioni della SVD all'analisi di informazioni dominanti in dataset e l'analisi alle componenti principali (PCA). Fattorizzazione non negativa di matrici con applicazioni al Text Mining.

Attività di laboratorio: sviluppo di progetti software basati su metodologie numeriche orientati all'analisi dati. Applicazioni trattate: Image Processing; Data Mining; Data Analytics.

Obiettivi formativi: l'insegnamento intende integrare ed approfondire le conoscenze, acquisite in un corso di primo livello di Analisi Numerica relativamente ai temi dell'algebra lineare numerica, dell'approssimazione e dell'analisi dei segnali (Trasformate Discrete di Fourier e Wavelet) orientandole a metodologie di analisi dei dati. Tale approfondimento, è sostanzialmente incentrato sulla risoluzione di problemi ispirati da problematiche applicative, affrontate dal punto di vista dei fondamenti matematici e numerici alla base di algoritmi e strumenti della Scienza dei Dati (Data Science). In tale ottica, l'attività di laboratorio e l'analisi di specifici casi di studio è parte integrante e centrale del corso.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Valutazione di un progetto sviluppato su temi introdotti nel corso, discussione e prova orale.

Insegnamento: Metodi numerici per il datamining	
SSD: MAT/08	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduzione: Il problema della riduzione dei dati e il teorema fondamentale dell'algebra. Richiami delle principali nozioni di algebra lineare numerica per il datamining: componenti principali (PCA) e la relazione con *SVD.* Rappresentare le relazioni tra i dati entro uno spazio di dimensioni ridotte: lo scaling multidimensionale (Multidimensional Scaling (MDS)). La relazione e la differenza tra PCA e MDS. Modellazione dei dati: modello lineare generalizzato (GLM); metodi numerici per la stima dei parametri. Il Teorema di Gauss-Markov. Aspetti e metodi numerici per la classificazione supervisionata e non supervisionata (nearest neighbors, k-means). Fattorizzazione di matrici basate sull'analisi discriminante lineare (Linear discriminant analysis). Metodi non-lineari di riduzione della dimensionalità basati sulla varietà differenziabile (Manifold Learning algorithms): kernel PCA e ISOMAP. Aspetti e nuclei computazionali numerici delle tecniche di machine learning: fuzzy systems, reti neurali artificiali, self-organization maps.
Attività di laboratorio: sviluppo di codici in MATLAB basati sui metodi numeriche studiati e simulazione numerica. Applicazioni trattate: Pattern Recognition, Computational Neuroscience, Biomedical Engineering.

Obiettivi formativi: il corso intende fornire metodologie numeriche alla base di strumenti per la riduzione della dimensione dei dati e l'estrazione di informazioni da essi (data mining). Un aspetto centrale del corso è lo studio di modelli matematici e di algoritmi numerici per il trattamento dei dati: riduzione, modellazione e classificazione supervisionata e non supervisionata.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Valutazione di un progetto sviluppato su temi introdotti nel corso, discussione e prova orale.

Insegnamento: Matematica computazionale e software didattico	
SSD: MAT/08	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Rivisitazione ed approfondimento di argomenti di base dell'analisi numerica orientati alla didattica della matematica, con un approccio di tipo comparativo con le metodologie analitico/geometriche. Progettazione di percorsi didattici basati sulla formalizzazione matematica di un problema e la sua risoluzione numerica.
Soluzione calcolata e soluzione esatta: valutazione della qualità di una soluzione numerica.
Presentazione di alcuni casi di studio provenienti dalle applicazioni (a titolo di esempio: rappresentazione, filtraggio e ricostruzione di un'immagine, valutazione di un portafoglio finanziario ottimo, il problema della dieta, formulazione e risoluzione di un problema di equilibrio) con metodi numerici (diretti e iterativi) per la risoluzione di sistemi lineari, metodi di interpolazione numerica, solutori numerici per equazioni differenziali ordinarie, risoluzione di sistemi lineari e non lineari. Software di matematica dinamica, per il calcolo numerico e simbolico (GeoGebra, Matlab, Octave, Mathematica, wxMaxima, ...). Progettazione unità didattiche in problem solving environments per la didattica.

Obiettivi formativi: il corso intende approfondire alcuni concetti relativi agli strumenti di base per la risoluzione computazionale di problemi di matematica (problem solving), e al loro confronto con metodi analitico/geometrici. L'attività di laboratorio è volta all'acquisizione di competenze nell'uso di software didattico di largo utilizzo (ad es. Matlab, Mathematica, GeoGebra).

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale e eventuale tesina/progetto integrativo.

Insegnamento: Teoria dell'approssimazione e sue applicazioni		
SSD: MAT/08		CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Approssimazione con polinomi algebrici e trigonometrici. Migliore approssimazione polinomiale. Polinomi ortogonali. Interpolazione. Operatori di proiezione. Metodo delle differenze finite. Approssimazione in spazi di Sobolev. Il metodo di Galerkin e sue varianti. Analisi degli elementi finiti. Elementi lineari per un problema del secondo ordine. Triangolarizzazione. Spazi degli elementi finiti. Interpolazione mediante elementi finiti e relativo errore. Soluzione numerica delle equazioni integrali di seconda specie. Metodi di proiezione: metodi di collocazione, metodo di Galerkin. Metodi iterativi di proiezione. Il metodo di Nystrom: caso di nuclei continui, integrazione prodotto per nuclei singolari. Metodi di proiezione per equazioni integrali non lineari.		
Obiettivi formativi: Il corso rappresenta una introduzione ai metodi fondamentali ed alle basi teoriche dell'approssimazione numerica. Il corso si propone inoltre di fornire agli studenti gli strumenti per risolvere equazioni integrali di seconda specie.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale e valutazione di un progetto correlato agli argomenti del corso.		

Insegnamento: Ottimizzazione combinatoria	
SSD: MAT/09	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduzione all'Ottimizzazione Combinatoria. Funzioni di Karp-riducibilità polinomialmente calcolabili. Classi di Complessità Computazionale. Classificazione dei metodi di soluzione. Programmazione Dinamica. Fondamenti teorici per i metodi greedy: Teoria delle Matroidi. Algoritmi di Approssimazione. Classi di Approssimazione. Problema del Vertex Cover Minimo di un grafo. Problema del Massimo Insieme Indipendente di un grafo. Classificazione dei Metodi Euristici. Definizione di Neighborhood di una soluzione. Procedure di Ricerca Locale. Algoritmi Metaeuristici: Il Problema dello Zaino 0/1 e del Commesso Viaggiatore (TSP); teorema dell'inapprossimabilità; un algoritmo Branch & Bound; varianti del TSP. Algoritmi per il TSP. Insiemi neighborhoods di una soluzione; algoritmi di ricerca locale. analisi della complessità computazionale di 2-k-opt exchange. Metaeuristiche per il TSP standard.

Obiettivi formativi: Questo insegnamento si prefigge quale obiettivo principale l'introduzione degli studenti all'uso dei modelli di programmazione matematica sia lineare che non lineare con particolare attenzione rivolta ai modelli di ottimizzazione a variabili intere. Per quanto riguarda i modelli di programmazione a variabili intere con regione ammissibile finita (problemi combinatorici sia lineari che non lineari), il corso mira a fornire un trattamento completo e rigoroso della loro classificazione computazionale. Per quei problemi computazionalmente intrattabili, oltre ai metodi di soluzione esatti, il corso si prefigge di illustrare anche metodi più sofisticati, come algoritmi di approssimazione e algoritmi euristici e metaeuristici

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Ricerca operativa	
SSD: MAT/09	CFU: 6
Anno di corso: 1°	Tipologia di Attività Formativa: B

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Definizione e classificazione dei problemi di ottimizzazione e dei problemi di decisione e classificazione dei relativi metodi risolutivi. Programmazione Lineare (PL): il Metodo del Simplesso. Problemi di Programmazione Lineare Intera. Metodi esatti per la risoluzione dei problemi di Programmazione Lineare Intera. Esempi di problemi di PLI con matrice dei vincoli uni-modulare. Problemi dello Zaino e algoritmi risolutivi. Problemi di Ottimizzazione su grafi ed alberi: Vertex Cover ed Albero di Copertura Minimo. Il problema del Vertex Cover: un algoritmo 2-approssimato per il problema del Vertex Cover. Il problema dell'albero di copertura di un grafo a costo minimo (MST): l'algoritmo di Kruskal. Problemi di Ottimizzazione su grafi ed alberi: Problemi di Cammino Minimo. Cammini in un grafo orientato: il problema della raggiungibilità (visita in ampiezza; visita in profondità). Il problema dei cammini minimi: l'algoritmo di Dijkstra; l'algoritmo di Floyd e Warshall. Problemi di Ottimizzazione su grafi ed alberi: Pianificazione di un Progetto e Problema del Massimo Flusso. Pianificazione di un progetto: il Metodo CPM. Problemi di flusso su reti: il problema del massimo flusso; teorema max-flow min-cut; algoritmo di Ford-Fulkerson. Ottimizzazione Non Lineare Non Vincolata: Metodi del Gradiente, Metodo di Newton, Metodi delle direzioni coniugate. Metodi basati sui Moltiplicatori di Lagrange.

Obiettivi formativi: L'insegnamento si prefigge quale obiettivo principale l'introduzione degli studenti all'uso dei modelli di programmazione matematica ed in particolare sia ai modelli di ottimizzazione lineare (sia continui che a variabili intere) che ai modelli di ottimizzazione non lineare.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova scritta (esercizi e problemi numerici eventualmente a risposta multipla) e orale.

Insegnamento: Calcolo Parallelo e Distribuito	
SSD: INF/01	CFU: 6
Anno di corso: 2°	Tipologia di Attività Formativa: C
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Le architetture parallele e loro classificazione. Modelli di sviluppo di algoritmi a memoria condivisa e a scambio di messaggi. Algoritmi elementari paralleli: somma, ricerche, ordinamenti operazioni tra matrici e vettori. I nuovi parametri per l'efficienza e la complessità computazionale. Bilanciamento dinamico del carico e algoritmi adattativi paralleli: case study degli algoritmi adattativi per la quadratura. Cenni al calcolo distribuito.	
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire idee di base, metodologie, strumenti software per lo sviluppo di algoritmi in ambiente di calcolo ad alte prestazioni (distribuito). Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale e valutazione dell'attività di laboratorio.	

Insegnamento: Algoritmi e Applicazioni per l'Intelligenza Artificiale	
SSD: INF/01	CFU: 6
Anno di corso: 2°	Tipologia di Attività Formativa: C
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Introduzione al Machine Learning. Tecniche di filtraggio e pre-processing dei dati. Tecniche di riduzione della dimensionalità del dato. Metodologie di Machine Learning: algoritmi di apprendimento supervisionato e non supervisionato. Classificazione e Regressione. Metriche di Valutazione delle performance. Comunicazione e visualizzazione dei dati. Applicazioni di metodologie e tecniche di Machine Learning a casi di studio. Introduzione alle Neural Networks e Deep Learning. Le principali architetture del Deep Learning.	
Obiettivi formativi: Il corso ha come obiettivo quello di fornire un'introduzione sia teorica sia pratica all'Intelligenza Artificiale, attraverso le metodologie e gli strumenti per l'analisi e il trattamento dei dati mediante l'uso di approcci statistici, strumenti informatici e tecniche di apprendimento automatico (Machine a Deep Learning), al fine di migliorare l'efficacia e la tempestività dei processi decisionali.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale e valutazione di un progetto correlato agli argomenti del corso.	

Insegnamento: Fisica Moderna	
SSD: FIS/01	CFU: 6
Anno di corso: 2°	Tipologia di Attività Formativa: C

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Relatività speciale: dalla costanza della velocità della luce per cambiamento di riferimento alle trasformazioni di Lorentz; lo spazio-tempo di Minkowski, i quadrivettori e le regole di trasformazione del campo elettromagnetico.
Meccanica quantistica: crisi della meccanica classica, il dualismo onda corpuscolo, l'equazione di Schroedinger; interpretazione probabilistica e sue conseguenze; semplici applicazioni dell'equazione di Schroedinger.
Fisica delle particelle elementari: il modello standard della fisica delle particelle elementari e sue semplici applicazioni.
Relatività generale e cosmologia: l'equazione di Hilbert-Einstein e sue soluzioni nello spazio-tempo omogeneo isotropo; implicazioni della fisica delle particelle elementari e della relatività generale in cosmologia.

Obiettivi formativi: Il corso intende fornire un'introduzione agli aspetti fondamentali della fisica del ventesimo secolo: relatività speciale, meccanica quantistica, fisica delle particelle elementari, relatività generale e cosmologia.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.

Insegnamento: Preparazione di Esperienze Didattiche	
SSD: FIS/08	CFU: 6
Anno di corso: 2°	Tipologia di Attività Formativa: C
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: *(i)* Sensori nella didattica della fisica; *(ii)* nodi concettuali nella cinematica unidimensionale; *(iii)* idee degli studenti su forza e moto; (*iv)* nodi concettuali in termologia; *(v)* nodi concettuali nella propagazione ondulatoria e misure di spettri di onde meccaniche e onde elettromagnetiche; *(vi)* nodi concettuali su circuiti in corrente continua; *(vii)* proposte didattiche per l'insegnamento della fisica moderna nei licei.	
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire una panoramica generale dei risultati in ricerca in didattica della fisica attraverso alcuni approcci didattici (esperimenti in tempo reale, inquiry, didattica delle scienze integrata, fisica in contesto), finalizzati a migliorare la comprensione concettuale di alcune idee chiave della fisica. Inoltre, si intende familiarizzare gli studenti con possibili esperimenti da condurre in ambito scolastico per superare note difficoltà di apprendimento note dalla ricerca in didattica. Infine, si presenteranno esempi di percorsi didattici di fisica classica e moderna da implementare in classe o in attività extracurriculari	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Redazione del portfoli o prova di laboratorio e colloquio orale.	

Insegnamento: Complementi di Fisica		
SSD: FIS/01		CFU: 6
Anno di corso: 2°	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Modelli in fisica: ruolo e definizione; elasticità; moti oscillatori smorzati e forzati; analogie tra sistemi meccanici ed elettrici; risonanza; filtri; secondo principio della termodinamica e sue implicazioni, entropia, entalpia ed energia libera; campi elettrici e magnetici nella materia; modelli classici di magnetismo nella materia; onde meccaniche e soluzione dell'equazione delle onde per sistemi 1D e 2D mediante serie di Fourier; equazioni di Maxwell, energia del campo elettromagnetico.		
Obiettivi formativi: Il corso intende approfondire alcune tematiche di fisica generale con particolare riferimento ad aspetti trasversali e unificanti della materia. Nell'ambito del corso saranno discussi metodi matematici per la risoluzione di problemi di fisica e saranno discussi aspetti rilevanti del processo di modellizzazione in fisica		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Didattica della Fisica	
SSD: FIS/08	CFU: 8
Anno di corso: 2°	Tipologia di Attività Formativa: C
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Toccando in modo trasversale molti argomenti di fisica classica e moderna nel corso si analizzano: - libri di testo e divulgativi; -proposte innovative e materiali didattici basati su simulazioni, animazioni ed esperimenti in tempo reale con l'uso di sensori e sistemi automatici; -contributi significativi nel campo pedagogico, storico ed epistemologico; -esperienze e proposte didattiche dei musei scientifici. In laboratorio si realizzano esperimenti con dimostrazioni interattive e misure curando la ricerca di relazioni tra grandezze, la costruzione di modelli e le strategie per argomentare su ipotesi e teorie.	
Obiettivi formativi: Il corso è finalizzato all'acquisizione di capacità nel progettare e realizzare attività didattiche per l'insegnamento della fisica nella scuola secondaria. In particolare, studiando proposte che emergono da sperimentazioni e da risultati dalla ricerca in didattica della fisica si lavora intorno a proposte che mirano allo sviluppo di percorsi longitudinali basati su una visione unitaria della fisica con una particolare attenzione ai processi di modellizzazione e ai problemi di interpretazione nel passaggio dalla fisica classica a quella moderna.	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.	

Insegnamento: Finanza Matematica		
SSD: SECS-S/06		CFU: 6
Anno di corso: 2°	Tipologia di Attività Formativa: C	
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Elementi di teoria dell'utilità-Teoria dell'utilità e selezione di portafoglio-Analisi media-varianza di portafogli azionari - Il Capital Asset Pricing Model: Identificazione del prezzo di equilibrio dei titoli, Scomposizione del rischio - L'Arbitrage Pricing Theory-Le opzioni: Combinazioni, Il modello binomiale per la valutazione delle opzioni, Il modello di Black e Scholes-Il valore a rischio (VaR).		
Obiettivi formativi: Il corso è finalizzato a fornire le conoscenze avanzata di modelli matematici inerenti alle decisioni finanziarie in condizioni di incertezza, con particolare riferimento ai mercati azionari, all'acquisizione di metodologie di selezione di portafoglio, di modellistica involvente aspettative e rischio nei mercati, nonché della struttura e della valutazione di contratti derivati.		
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.		

Insegnamento: Teoria dei Giochi	
SSD: SECS-S/06	CFU: 6
Anno di corso: 2°	Tipologia di Attività Formativa: C

Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:

1. Richiami di Analisi e Topologia di spazi di dimensione finita con spunti per l'analisi infinito-dimensionale. Teoremi di Separazione e piccola Teoria delle Corrispondenze. Teorema di Kakutani. Strategie miste da spazi di strategie pure finiti e non. Elementi di Teoria della Misura: in spazi di dimensione finita e misure regolari in spazi topologici.
2. Conflittualità in presenza di interazione strategica. Equilibrio di Nash. Determinazione con payoff differenziabili. Analisi dei modelli di Bertrand e Cournot. Un esempio di incentivo-compatibilità in un finanziamento di un progetto pubblico.
3. Esistenza di equilibri con cenni al caso di payoff non continui (Nash, Glicksberg, Dasgupta-Maskin).
4. Soluzione di Nash per I problemi di bargaining. Cenno alla soluzione di Kalai-Smorodinski.
5. Giochi TU. Nucleolo, Valore di Shapley: teoremi di esistenza ed unicità. Nucleo, Teorema di Bondareva
6. Problema di bancarotta, problema della ripartizione dei costi, giochi di maggioranza.
7. Nucleo di un gioco NTU: Teorema di esistenza di Scarf. Nucleo di un'economia di scambio, Teorema di Debreu-Scarf.

Obiettivi formativi: L'insegnamento fornisce i fondamenti matematici della teoria non cooperativa, illustrandone pertanto il livello di rigore nelle applicazioni tipicamente sviluppate negli insegnamenti avanzati di economia. Viene altresì analizzato l'approccio cooperativo attraverso applicazioni naturali dei principali concetti di soluzione proposti dalla letteratura.

Propedeuticità in ingresso: Nessuna

Propedeuticità in uscita: Nessuna

Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova scritta (quesiti a risposta libera e esercizi numerici) e orale.

Insegnamento: Elementi di Economia Matematica	
SSD: SECS-S/06	CFU: 6
Anno di corso: 2°	Tipologia di Attività Formativa: C
Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso: Preferenze e loro rappresentazione mediante funzioni di utilità. Il vantaggio individuale come funzione di pay-off. La contrattazione e gli equilibri di Nash. Giochi cooperativi: insieme degli equilibri e valore di Shapley. Modelli delle economie di scambio. Teoria del benessere sociale: teoremi del benessere, equilibri di Pareto e di Walras. Teoria della scelta sociale e sistemi di votazione. Teoria delle aste.	
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire gli strumenti matematici che ricorrono nella formulazione dei modelli della economia classica con particolare riguardo agli equilibri statici e dinamici. Appropriarsi della logica dei fatti economici che permette la formulazione dei su citati modelli	
Propedeuticità in ingresso: Nessuna Propedeuticità in uscita: Nessuna	
Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale.	