Università degli studi di Cagliari
Sede Legale: Via Università, 40
09124 Cagliari (CA)

Università degli Studi di CAGLIARI

FACOLTA' DI SCIENZE

Anno Accademico 2025/2026

Registro delle lezioni

Data: 30/04/2026

Docente ANTONIO GRECO (Matr. 005969)

Ruolo: PROFESSORE ASSOCIATO
Tipo copertura: Incarico istituzionale

Attività didattica principale

Periodo di svolgimento: Secondo Semestre

Attività didattica [codice]	Corso di studio [codice]
COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA [SC/0119] - CAGLIARI	MATEMATICA [60/64]

Ore previste e rendicontate

	Previste	Rendicontate
Didattica da registro	48	32

Riepilogo ore rendicontate per tipo attività e gruppi di studenti

Attività	Ore totali	Ore suddivise per gruppi di studenti	
		Ore	Gruppo
Lezione	32	32	Attività erogata su tutti i gruppi

Didattica da Registro

1	03/03/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Presentazione del corso, con riferimento alla relativa scheda: programma, libri di testo e di consultazione, modalità di svolgimento dell'esame. Presentazione del primo argomento: massimo e minimo limite di una successione numerica, e loro relazione con l'eventuale limite. Due definizioni possibili di punto limite (al finito). Esempi.

2	03/03/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Dimostrazione dell'equivalenza fra le due definizioni di punto limite appena introdotte. Cenni ad altre definizioni equivalenti. Punti limite infiniti. Definizione delle successioni degli estremi definitivi di una data successione numerica, e dimostrazione della loro monotonia in senso lato.

3	**05/03/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Definizione del massimo e del minimo limite di una successione numerica, relazione fra di essi e con l'eventuale limite della medesima (dimostrazione), e alcune notazioni. Esempio di una successione il cui insieme di aderenza ha esattamente due elementi.

4	**05/03/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Dimostrazione del fatto che l'insieme di aderenza A di una successione numerica è incluso nell'intervallo [l', l"] essendo l' e l" il minimo ed il massimo limite della medesima. Dimostrazione del fatto che l',l"∈A.

5	**10/03/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Analogie fra il massimo ed il minimo limite di una successione numerica, e i corrispondenti concetti per le successioni di insiemi. Esempi. Effetto su massimo e minimo limite della moltiplicazione di tutti i termini di una successione numerica per una costante reale.

6	**10/03/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Riordinamento dei termini di una serie: definizione; esempio esplicito a partire dalla serie di (-1)^n, che è indeterminata, e può essere trasformata per riordinamento in una serie divergente. Proprietà commutativa di una serie non indeterminata: definizione. Alcune condizioni sufficienti per la validità della proprietà commutativa: enunciati.

7	**12/03/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Serie numeriche regolari: moltiplicazione termine a termine per una costante, somma di due serie, proprietà associativa. Determinazione della somma di ((-1)^{n-1})/n per n che va da 1 all'infinito mediante la formula di Taylor.

8	**12/03/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Costruzione di un riordinamento della serie di ((-1)^{n-1})/n che ne cambia la somma. Parte positiva e parte negativa di un numero reale x, ed espressione di x e di |x| per loro tramite. Dimostrazione del fatto che, se almeno una fra la serie delle parti positive e quella delle parti negative converge ad una somma finita, allora la serie data gode della proprietà commutativa. A maggior ragione, la tesi vale se la serie data è assolutamente convergente.

9	**17/03/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Dimostrazione del fatto che, se la serie delle parti positive e quella delle parti negative divergono entrambe a $+\infty$, allora esiste un riordinamento che rende divergente la serie data. Dimostrazione del fatto che, sotto le ipotesi precedenti, esiste un riordinamento che rende indeterminata la serie data. Dimostrazione del fatto che ogni corrispondenza biunivoca $n=i(k)$ sull'insieme dei numeri naturali tende a $+\infty$ per $k \to +\infty$.

10	**17/03/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Dimostrazione del fatto che il limite di una successione numerica, se esiste, non cambia per riordinamento. Dimostrazione del fatto che, se la serie delle parti positive e quella delle parti negative divergono entrambe a $+\infty$, e se inoltre il termine generale di una serie numerica tende a zero, allora, comunque si prenda $S \in \mathbb{R}$, esiste un riordinamento la cui somma è S. È questo il caso, ad esempio, delle serie che convergono semplicemente ma non assolutamente.

11	**19/03/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Richiami sulla teoria delle equazioni differenziali lineari del secondo ordine, in forma normale, a coefficienti continui. Lemma di regolarità: se i coefficienti ed il termine noto sono di classe C^k allora le soluzioni sono di classe C^{k+2}. Problema di Dirichlet: definizione, e riduzione ad un sistema lineare di ordine 2.

12	**19/03/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Studio di alcuni semplici esempi volti ad illustrare il fatto che il problema di Dirichlet può essere ben posto, oppure risultare mal posto per mancanza di una soluzione o per l'esistenza di infinite soluzioni. Cenni alle origini della teoria di Sturm-Liouville con riferimento ad un articolo di Charles Sturm del 1836.

13	**24/03/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Dimostrazione del fatto che la buona positura del problema di Dirichlet dipende solo dai coefficienti dell'equazione (e dal dominio del problema), non dai due integrali particolari scelti per rappresentare l'integrale generale. Rassegna delle più tipiche condizioni ai limiti: condizioni di Dirichlet (o del primo tipo), di Neumann (secondo tipo), di Robin (terzo tipo), e di periodicità.

14	**24/03/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Nozione di autovalore e autovettore per un operatore differenziale, e analogia con il caso delle matrici quadrate. Motivazioni per lo studio dei problemi agli autovalori, con particolare riferimento al classico problema del carico critico di Eulero così come trattato su Collatz: Differential equations, pag. 186. Determinazione degli autovalori e degli autovettori del corrispondente problema misto.

15	26/03/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Motivazioni per lo studio dei problemi agli autovalori, con riferimento al classico modello della corda vibrante così come trattato nel testo di Courant e Hilbert: Methods of mathematical physics, vol. I, pag. 287. Definizione dell'operatore di Laplace in dimensione n. Notazione di Hamilton (∇^2) e notazione di Murphy (Δ). Determinazione degli autovalori dell'operatore di Laplace-Dirichlet in un intervallo [a,b].

16	26/03/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Espressione degli autovalori mediante il quoziente di Rayleigh, e deduzione della loro positività. Regolarità C^∞ e determinazione esplicita delle autofunzioni dell'operatore di Laplace-Dirichlet in un intervallo [a,b]. Cenni all'interpretazione fisica, con riferimento al problema della corda vibrante e agli armonici della chitarra.

17	31/03/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Completezza del sistema delle autofunzioni dell'operatore di Laplace-Dirichlet in dimensione 1: dimostrazione con il ricorso al teorema di convergenza uniforme della serie di Fourier. Condizioni di periodicità, e estensione periodica di una funzione che le soddisfa.

18	31/03/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Determinazione degli autovalori e delle autofunzioni dell'operatore di Laplace sull'intervallo $[0,\pi]$ con condizioni di periodicità.

19	09/04/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Norme, seminorme, norme finsleriane: definizioni, esempi. Una seminorma su $\mathbb{R}^2$: $f(x,y)=\|x\|$. Una norma finsleriana su $\mathbb{R}^2$: f(x,y)=sqrt(x^2+y^2)-y/2. La norma del massimo applicata a φ' è una seminorma per $\varphi \in$ C^1([a,b]). Più in generale, se φ è lipschitziana, l'estremo superiore di $\|\varphi(x)-\varphi(y)\|/\|x-y\|$ è una seminorma.

20	09/04/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Equivalenza tra la disuguaglianza triangolare e la convessità. Interpretazione geometrica. Palle in uno spazio vettoriale normato. Trasformazione di una palla qualunque in una centrata nell'origine mediante somma di Minkowski. Convessità delle palle. Limite di una successione di vettori in uno spazio vettoriale normato.

21	**14/04/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Richiami sulle norme-p in $\mathbb{R}^n$. Richiami sulla lipschitzianità di un'applicazione tra spazi metrici. Dimostrazione del fatto che ogni norma è lipschitziana, dunque continua, rispetto alla metrica da essa indotta. Definizione dell'equivalenza tra norme. Esempio di norme non equivalenti: la norma canonica di $C^\circ([a,b])$ e quella di $C^1([a,b])$.

22	**14/04/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Motivazioni per lo studio delle norme al fine di trattare teoricamente le approssimazioni, con particolare riferimento al calcolo dell'area del cerchio fatto da Archimede ed al problema di Dirichlet per l'operatore di Laplace. Dimostrazione dell'equivalenza di tutte le norme su $\mathbb{R}^n$.

23	**16/04/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Discussione delle rappresentazioni grafiche di alcune norme, seminorme e norme finsleriane in $\mathbb{R}^2$ realizzate mediante un CAS (Computer Algebra System). Formulazione geometrica dell'equivalenza fra norme, espressa mediante l'inclusione fra le palle canoniche. Dimostrazione del fatto che la palla canonica di una norma qualunque in $\mathbb{R}^n$ è un insieme aperto, convesso e limitato, contenente l'origine e simmetrico rispetto ad essa.

24	**16/04/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Il funzionale di Minkowski: definizione. Dimostrazione del fatto che ogni aperto convesso e limitato in $\mathbb{R}^n$, contenente l'origine e simmetrico rispetto ad essa, è la palla canonica di una norma opportuna.

25	**21/04/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Una panoramica sulle funzioni speciali basata sul testo "Special functions" di R. Beals e R. Wong. Definizione della funzione gamma come integrale generalizzato. Verifica della buona positura della definizione.

26	**21/04/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione**
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Calcolo del limite di $\Gamma(t)$ per $t \to 0+$. Dimostrazione del fatto che $\Gamma(t+1) = t\Gamma(t)$ per ogni $t \in (0,+\infty)$. Dimostrazione del fatto che $\Gamma(n+1) = n!$ per ogni intero $n \geq 0$.

27	23/04/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Dimostrazione della stretta convessità della funzione gamma e tracciamento del grafico. Limite di $\Gamma(t)$ per $t \to +\infty$. Richiami sulla continuità delle funzioni convesse di una variabile, anche con riferimento ai concetti di epigrafico e di retta di supporto: l'argomento sarà ripreso nella lezione del 30 aprile.

28	23/04/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Integrali doppi generalizzati di una funzione continua e non negativa: giustificazione delle formule di riduzione a due integrali semplici e del passaggio a coordinate polari. Rappresentazione della funzione gamma mediante la sostituzione speciale $x=u^2/2$.

29	28/04/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Definizione della funzione beta. Dimostrazione dell'identità $\Gamma(s)\ \Gamma(t) = \Gamma(s+t)\ B(s,t)$. Definizione del semifattoriale. Calcolo della funzione gamma per valori seminteri dell'argomento: $\Gamma((2k+1)/2) = (2k-1)!!\ 2^{(-k)}\ \sqrt{\pi}$.

30	28/04/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Richiami sulla costruzione della misura di Peano-Jordan, sull'invarianza per traslazioni e sul cambiamento di scala (effetto delle omotetie). Cenni storici, con riferimento al calcolo dell'area del cerchio fatto da Archimede di Siracusa. Il simbolo ω_n. Valori di ω_n per $n=1,2,3$ e corrispondenza con la formula $\omega_n = (2/n)\ \pi^{(n/2)} / \Gamma(n/2)$.

31	30/04/2026 dalle 15:00 alle 16:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Calcolo del volume della palla canonica in dimensione n mediante la funzione gamma.

32	30/04/2026 dalle 16:00 alle 17:00 - Lezione
	Ore accademiche: 1 **Argomento:** Espressione del volume della n-palla mediante i semifattoriali. Calcolo del limite del volume della palla canonica al tendere all'infinito della dimensione. Confronto con il volume del cubo canonico. Cenni alla derivabilità destra e sinistra delle funzioni convesse di una variabile nei punti interni (circostanza che implica la continuità).