

CORSO DI STUDIO Corso di laurea triennale in Chimica

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO Istituzioni di Matematiche II

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	I anno
Periodo di erogazione	Il semestre (1 marzo 2025 – 15 giugno 2025)
Crediti formativi universitari (CFU/ETCS):	6 CFU
SSD	MAT/05
Lingua di erogazione	Italiano
Modalità di frequenza	Facoltativa

Docente	
Nome e cognome	Elvira Mirenghi
Indirizzo mail	elvira.mirenghi@uniba.it
Telefono	+39 080 544 2675
Sede	Stanza 29 – 2° Piano - Dipartimento di Matematica – Via Orabona, 4 Bari
Ricevimento	Su appuntamento da concordare per e-mail o telefonicamente , in presenza o in modalità telematica sulla piattaforma Teams.

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (esercitazioni)	Studio individuale
150	32	30	88
CFU/ETCS			
6	4	2	

Obiettivi formativi	Conoscenza e abilità nello studio e nella risoluzione di serie di funzioni, problemi di calcolo differenziale e integrale per funzioni reali a due variabili, equazioni differenziali ordinarie.
Prerequisiti	Conoscenze di base dell'Analisi Matematica 1: limiti, calcolo differenziale e integrale di funzioni di una variabile reale. L'esame di Istituzioni di Matematiche 1 è propedeutico all'esame di Istituzioni di Matematiche 2

Metodi didattici	Insegnamento di tipo frontale. Lezioni ed esercitazioni sui vari argomenti del corso saranno tenute facendo uso di lavagna tradizionale o elettronica. La didattica potrebbe eventualmente essere erogata in modalità mista, frontale e online, se necessario.
-------------------------	--

Risultati di apprendimento previsti	
Conoscenza e capacità di comprensione	<ul style="list-style-type: none"> ○ Conoscenza e comprensione di nozioni elementari di algebra lineare; ○ conoscenza e comprensione delle serie di funzioni; ○ conoscenza e comprensione del calcolo differenziale e integrale delle funzioni di più variabili reali; ○ conoscenza e comprensione delle curve di \mathbf{R}^n e delle forme differenziali di \mathbf{R}^n; ○ conoscenza e comprensione di equazioni differenziali ordinarie.

Competenze trasversali

- **Autonomia di giudizio**
 - Riconoscere dimostrazioni corrette e individuare ragionamenti fallaci.
- **Abilità comunicative**
 - Competenze nella comunicazione in lingua italiana.
 - Capacità di presentazione e divulgazione orale e scritta di argomenti aventi contenuti di tipo matematico con linguaggio scientifico appropriato.
- **Capacità di apprendere in modo autonomo**
 - Formulazioni matematiche di fenomeni chimici e chimico-fisici;
 - Studi di livello superiore volti alla modellizzazione matematica di fenomeni chimici e chimico-fisici.

<p>Contenuti di insegnamento (Programma)</p>	<p>Serie numeriche Richiami sulle successioni numeriche. Serie numeriche convergenti, divergenti, indeterminate. <u>Condizione necessaria per la convergenza di una serie numerica.</u> <u>Operazioni con le serie.</u> <u>Serie geometrica.</u> <u>Serie a termini non negativi.</u> <u>Criteri di convergenza: di confronto, del rapporto, della radice.</u> Serie armonica e serie armonica generalizzata. <u>Assoluta convergenza di una serie numerica.</u> Serie a segni alterni: <u>criterio di Leibnitz.</u></p> <p>Successioni e serie di funzioni Convergenza puntuale di una serie di funzioni. Serie di potenze: <u>insieme di convergenza.</u> <u>Raggio di convergenza e sue proprietà.</u> <u>Criteri del rapporto e di Cauchy-Hadamard per il calcolo del raggio di convergenza.</u> <u>Proprietà della somma di una serie di potenze.</u> Sviluppabilità in serie di Taylor: caratterizzazione e <u>condizione sufficiente per la sviluppabilità.</u> Principali sviluppi.</p> <p>Calcolo differenziale di funzioni di più variabili Lo spazio euclideo a n dimensioni: metrica euclidea, prodotto scalare e loro proprietà. Vettori ortogonali. Nozioni di intorno, aperto, chiuso, ecc.. Limiti di funzioni a più variabili. Funzioni continue: proprietà. Derivate parziali e direzionali. Derivate di ordine successivo. Funzioni differenziabili: <u>proprietà.</u> <u>Teorema del differenziale totale.</u> Teorema di Schwartz. Gradiente. <u>Regole di derivazione per le funzioni composte.</u> <u>Teorema di Lagrange.</u> <u>Funzioni a gradiente nullo.</u> Formula di Taylor per funzioni di più variabili. Matrice hessiana. <u>Condizioni necessarie e sufficienti per la ricerca dei massimi e minimi relativi per funzioni di due variabili.</u> Massimi e minimi assoluti. <u>Funzioni positivamente omogenee e teorema di Eulero.</u></p> <p>Integrazione di funzioni di più variabili Misura elementare di plurintervalli di \mathbf{R}^m. Insiemi misurabili secondo Peano-Jordan. Funzioni integrabili secondo Riemann. Integrabilità delle funzioni continue. Misurabilità del cilindroide. Insiemi normali. Formula di riduzione per gli integrali doppi. Formula del cambiamento di variabile negli integrali doppi.</p> <p>Integrali curvilinei e Forme differenziali Curve: generalità. Curve regolari. Lunghezza di una curva. Ascissa curvilinea. Integrale curvilineo esteso ad un arco di curva: proprietà. Forme differenziali. Integrali curvilinei di forme differenziali. Forme differenziali esatte. Primitive di una forma differenziale esatta. <u>Criteri di integrabilità delle forme differenziali.</u> <u>Forme differenziali chiuse.</u> <u>Formule di Gauss--Green nel piano</u> (solo caso dominio normale rispetto a y. <u>Forme differenziali chiuse in aperti semplicemente connessi di \mathbf{R}^2.</u></p> <p>Equazioni differenziali Generalità. Teorema di esistenza e unicità per equazioni in forma normale. Integrali generali, particolari e singolari. <u>Equivalenza di una equazione differenziale di ordine n con un sistema di equazioni differenziali del primo ordine.</u> Sistemi di equazioni differenziali lineari del primo ordine: esistenza e unicità della soluzione. Wronskiano di n soluzioni e sue proprietà. <u>Dimensione dello spazio vettoriale delle soluzioni di un sistema del primo ordine lineare omogeneo.</u> <u>Integrale generale di un sistema lineare completo di equazioni differenziali del primo ordine.</u> <u>Metodo di Lagrange per la determinazione di un integrale particolare.</u> Equazioni differenziali lineari di ordine n a coefficienti costanti: <u>equazione caratteristica.</u> <u>Integrali linearmente indipendenti nel caso di n radici reali distinte.</u> Metodo degli annihilatori per la ricerca di un integrale particolare. Metodi di risoluzione per i seguenti tipi di equazioni differenziali: equazioni del primo ordine a variabili separabili, del tipo $y'=f(ax+by+c)$, omogenee, lineari e di Bernoulli, a fattore integrante, equazioni del secondo ordine riconducibili a equazioni del primo ordine, equazioni lineari di ordine n a coefficienti costanti.</p>
---	---

	I teoremi sottolineati sono da intendersi con dimostrazione. La parte esercitativa è su tutto il programma.
Testi di riferimento	N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, Analisi Matematica due, Ed. Liguori, Napoli M. Bertsch, R. Dal Passo, L. Giacomelli, Elementi di Analisi Matematica, Ed. Mc Graw Hill, Milano. P. Marcellini, C. Sbordone, Esercitazioni di Matematica Due, parte I e II, Zanichelli (2017).
Note ai testi di riferimento	E' possibile usare e consultare anche altri testi di teoria ed esercitazioni di Analisi Matematica 2.
Materiali didattici	Tracce di esame degli appelli degli ultimi 16 anni, sono a disposizione degli studenti su richiesta. Di alcune tracce e di molti esercizi sono disponibili gli svolgimenti.

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame consiste in una parte scritta (durata 3 ore) ed una orale. Lo scritto precede la parte orale ed è volto a verificare che lo studente abbia una buona capacità di calcolo nella ricerca di punti critici di funzioni di più variabili, nella soluzione di integrali doppi e integrali curvilinei di forme differenziali, nella soluzione di semplici equazioni differenziali non lineari del primo e secondo ordine e di equazioni differenziali lineari di ordine n , nella valutazione della convergenza semplice di serie di funzioni. La parte orale consiste in una domanda per ogni capitolo trattato nella quale lo studente deve dimostrare di saper usare un linguaggio matematico appropriato, conoscere bene i concetti fondamentali ed essere in grado di utilizzarli correttamente nella dimostrazione di un teorema.

Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e capacità di comprensione: acquisizione e padronanza delle definizioni e dei risultati teorici oggetto del corso. • Conoscenza e capacità di comprensione applicate: capacità di applicare le conoscenze teoriche acquisite allo studio di serie, massimi e minimi di funzioni di più variabili, integrali doppi, forme differenziali ed equazioni differenziali. • Autonomia di giudizio: approccio critico ai concetti, capacità di scelta dei metodi dell'Analisi Matematica utili allo studio di serie, massimi e minimi di funzioni di più variabili, integrali doppi, forme differenziali ed equazioni differenziali. • Abilità comunicative: padronanza del linguaggio dell'Analisi Matematica, qualità dell'esposizione. • Capacità di apprendere: capacità di organizzazione delle conoscenze, di ragionamento critico e di eventuale approfondimento autonomo.
------------------------	--

Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	L'esame consiste in una prova scritta e in una successiva prova orale. La prova scritta viene valutata assegnando un punteggio ai singoli esercizi e si intende superata se ciascuno essi è svolto almeno per metà (15/30 per ciascun esercizio). Gli esercizi proposti sono sugli argomenti principali del programma. La valutazione della prova scritta è basata sul raggiungimento degli obiettivi di apprendimento previsti. Dopo aver superato la prova scritta, la studentessa/lo studente deve sostenere la prova orale, dove, oltre all'eventuale discussione di esercizi eventualmente non svolti correttamente nella prova scritta, deve mostrare padronanza del linguaggio, rigore metodologico e acquisizione delle nozioni e dei concetti fondamentali del corso. La valutazione è basata sul raggiungimento degli obiettivi di apprendimento previsti. Il voto finale è espresso in trentesimi. L'esame
---	---

	si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18. Per raggiungere una valutazione elevata la studentessa/lo studente oltre ad un buono scritto, deve avere sviluppato autonomia di giudizio e adeguata capacità di argomentazione ed esposizione.
--	--

Altro	
	.

COURSE OF STUDY Bachelor's Degree in Chemistry
ACADEMIC YEAR First
ACADEMIC SUBJECT Calculus II

General information	
Year of the course	1 st Year
Academic calendar (starting and ending date)	2 nd Semester (1 st March 2024 – 15 th June 2024)
Credits (CFU/ETCS):	6 CFU
SSD	MAT/05
Language	Italian
Mode of attendance	Not mandatory

Professor/ Lecturer	
Name and Surname	Elvira Mirengi
E-mail	elvira.mirengi@uniba.it
Telephone	+39 080 544 2675
Department and address	Room 29 – 2 nd Floor - Department of Mathematics – Via Orabona, 4 Bari
Office Hours (and modalities: e.g., by appointment, on line, etc.)	By appointment to be arranged upon e-mail or telephone at the Department of Mathematics or online.

Work schedule			
Hours			
Total	Lectures	Hands-on (applied exercises)	Out-of-class study hours/ Self-study hours
150	32	30	88
CFU/ETCS			
6	4	2	

Learning Objectives	Knowledge and skill in studying and solving: series of functions, problems of differential and integral calculus for real two-variable functions, ordinary differential equations.
Course prerequisites	Basic knowledge of Mathematical Analysis: limits, differential and integral calculus of functions of one real variable. The exam of Calculus I must be made before the exam of Calculus II

Teaching strategie	Lessons and exercises on the various topics of the course will be held using traditional or electronic blackboard. They could be held in mixed modality, in person or online, if required.
Expected learning outcomes in terms of	
Knowledge and understanding on:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Knowledge and understanding of series of functions; ○ knowledge and understanding of several variables real functions differential and integral calculus; ○ knowledge and understanding of \mathbf{R}^n curves and \mathbf{R}^n differential forms; ○ knowledge and understanding of ordinary differential equations.
Applying knowledge and understanding on:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Skill in evaluating the character of a series; ○ skill in calculating partial and directional derivatives of a two real variables function. Search for relative and absolute maxima and minima of a two

	<p>real variables function;</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ skill in calculating integrals of two real variables functions; ○ skill in studying linear differential forms and calculating simple curvilinear integrals; ○ skill in solving nonlinear differential equations of first and second order and linear n-order differential equations with constant coefficients.
<p>Soft skills</p>	<p><i>Making informed judgments and choices</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Recognize correct demonstrations and identify fallacious arguments. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Communicating knowledge and understanding</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ communication skills in Italian; ○ oral and written presentation skills of topics with mathematical content using an appropriate scientific language; • <i>Capacities to continue learning</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ mathematical formulations of chemical and chemical-physical phenomena; ○ higher level studies on mathematical modelling of chemical and chemical-physical phenomena.

Syllabus	
<p>Content knowledge</p>	<p>Numerical series Convergent, divergent, indeterminate series. <u>Necessary condition for the convergence of series.</u> <u>Sum and product of series.</u> <u>Geometric series.</u> <u>Series with non-negative terms.</u> Convergence criteria: <u>comparison test,</u> <u>ratio test,</u> <u>root test.</u> Harmonic series. <u>Absolute convergence of series.</u> Cauchy criterion. Alternating series: <u>Leibnitz criterion.</u></p> <p>Series of function Convergence of series of functions. Power series. <u>Set and radius of convergence:</u> <u>properties.</u> D’Alambert and Cauchy-Hadamard criteria for the calculus of the radius of convergence. <u>Properties of the sum of power series.</u> Taylor series. <u>Sufficient condition for the expansion of a function in Taylor series.</u></p> <p>Functions of several variable and differentiation Topological, metrical and vectorial properties of the Euclidean space R^n. Norm and scalar product. Neighbourhoods, open and closed sets. Interior, limit, boundary and isolated points of a set. Bounded sets, compact sets and connected sets. Limits of functions in R^n. Continuous functions: properties and main theorems. Partial and directional derivatives. Differentiable functions: <u>properties.</u> Continuously differentiable functions, <u>sufficient condition for the differentiability</u> of a function. Gradient vector. Higher order partial derivatives. Schwarz theorem. <u>Chain rule for differentiable functions.</u> <u>Lagrange theorem.</u> <u>Functions with zero gradient.</u> Hessian matrix. Local extrema for functions of several variables (<u>case of two variables</u>). Absolute minima and maxima. <u>Positively homogeneous functions and Euler theorem.</u></p> <p>Riemann integration for several variable functions Peano-Jordan measure of sets of R^n: properties. Riemann integrable functions: properties. Changing of integration order for double integrals. Volumes. Double integrals in polar coordinates. Change of coordinates.</p> <p>Curves and differential forms Parametric equation of a line: curves in R^n: properties. Rectifiable curves, length of curves. Line integral of scalar functions: properties. Differential forms and vector field. Line integral of vector fields. Conservative fields. Potential in conservative fields: <u>properties.</u> Independence of path. <u>Fundamental theorem of calculus for line integrals of vector fields.</u> <u>Gauss-Green theorem</u> (only the case of normal to y domain). <u>Closed differential forms in simply connected domains.</u></p> <p>Differential ordinary equations Basic concepts. Cauchy initial conditions. Existence and uniqueness theorem for differential ordinary equations in normal form. Systems of first order differential equations. <u>Reduction of n-order differential equations to systems of n equations.</u> Linear first order differential equations systems: existence and uniqueness theorem, <u>vector space solutions set.</u> <u>Wronskian of n solutions.</u> <u>Dimension of the vector space solution set of a homogenous first order linear differential equation system and fundamental set of solutions.</u> <u>Set of solutions of non-homogenous first order linear differential equation systems and Lagrange undetermined coefficients method.</u> Linear differential n-order equations with constant coefficients: characteristic polynomial and <u>linear independence of solutions (case of real distinct roots).</u> Solving methods for the following first order differential equations: separable, homogenous, linear, Bernoulli and exact equations. Solving resolutions methods for second order differential equations which may be reduced to first order differential equations. Solving resolutions methods for linear differential n-order equations with constant coefficients.</p> <p>The underlined theorems must include the proof. Exercises are on the whole program.</p>
<p>Texts and readings</p>	

	<p>N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, <i>Analisi Matematica due</i>, Ed. Liguori, Napoli</p> <p>M. Bertsch, R. Dal Passo, L. Giacomelli, <i>Elementi di Analisi Matematica</i>, Ed. Mc Graw Hill, Milano.</p> <p>P. Marcellini, C. Sbordone, <i>Esercitazioni di Matematica Due</i>, parte I e II, Zanichelli (2017).</p>
Notes, additional materials	It is possible to use any other book of Calculus II.
Repository	Previous 15 years examination papers and PDF files of solutions of some of them are available.

Assessment	
Assessment methods	The exam consists of a written part (3 hours long) and an oral part. The written part is preliminary to the oral part and serves to verify the skill of the students in solving exercises on all the parts of the program. The oral part contains questions on all the chapter of the program; the students must show to manage an appropriate mathematical language, to know main definitions and to apply them in the proof of theorems correctly.
Assessment criteria	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Knowledge and understanding</i>: The oral exam is designed to assess the level of knowledge attained for mastering definitions and theoretical results in the program. • <i>Applying knowledge and understanding</i>: students have to be able to apply the acquired theoretical knowledge for: studying the convergence of function series; calculating calculate critical points of functions of several variables, double and curvilinear integrals of differential forms; solving simple first- and second-order nonlinear differential equations, linear differential equations of order n. • <i>Making judgement</i>: students have to be able to distinguish between essential and nonessential assumptions, with a critical approach and following a logical thread in proofs, and also to choose the right mathematical tools and techniques to study series, critical points of several variable functions, double integrals, differential forms and differential equations. • <i>Communication skills</i>: students have to be able to discuss Mathematical Analysis notions in a rigorous way. • <i>Learning skills</i>: students have to be able to contextualize mathematical topics and eventually extend their knowledge independently.
Final exam and grading criteria	The final grade is expressed in thirtieths. In order to pass the exam the must be greater or equal to 18. The written test is evaluated assigning a score to each exercise and is considered passed if each exercise is carried out at least half (15/30 for each exercise). The score obtained in the written test contributes to the final evaluation.
Further information	
	.