

# Conoscenze in ingresso per l'immatricolazione alle magistrali in Matematica e Matematica applicata

20 marzo 2022

## Considerazioni generali

I corsi di studio in Matematica si differenziano dagli altri corsi di studio di area scientifica per il rigore metodologico con cui vengono affrontati gli argomenti: le definizioni sono precise, le notazioni inequivocabili, le affermazioni vengono dimostrate a partire dalle assunzioni con ragionamenti logici, e a partire dai casi più generali e astratti.

Se provieni da un altro corso di studio triennale, per esempio fisica, ingegneria, statistica, informatica, dovrai dunque adeguarti a questo livello di rigore, caratteristico anche dei corsi più applicati delle nostre magistrali. Potrà esserti utile, per farti un'idea, vedere le registrazioni delle prime lezioni dei corsi istituzionali del primo anno delle magistrali, che renderemo disponibili per l'orientamento.

Per poter seguire senza troppe difficoltà i nostri corsi, ti servirà conoscere più o meno approfonditamente vari argomenti, che trovi elencati nel paragrafo successivo. Non devi conoscere necessariamente tutto alla perfezione, ma devi conoscere abbastanza argomenti ed essere pronto a colmare autonomamente le tue lacune, quando le incontrerai. Per questo trovi anche un elenco di materiale su cui puoi studiare.

Nel seguente elenco trovi i curricula che offriamo, con indicazioni sintetiche sulle discipline con i prerequisiti più rilevanti.

- Matematica - Didattica e storia. Richiede buone conoscenze, ad ampio spettro delle basi della matematica.
- Matematica - Algebra e geometria. Richiede conoscenze e competenze di algebra e geometrie astratte, che si apprendono tradizionalmente nei corsi triennali di matematica. Puoi accedere a questo curriculum anche con una laurea triennale in Fisica, Informatica, Statistica, e altre discipline scientifiche, se hai fatto/farai dei corsi che trattano di strutture algebriche.
- Matematica - Analisi. Richiede conoscenze profonde dell'analisi matematica, che vengono parzialmente fornite anche nei corsi di analisi di III anno delle lauree triennali in Fisica, Ingegneria, e altre discipline scientifiche.
- Matematica applicata - Matematica applicata alle Scienze. Richiede conoscenze di analisi matematica, probabilità, fisica matematica, che si possono in parte acquisire anche nei corsi delle lauree triennali in Fisica, Ingegneria e altre discipline scientifiche.

- Matematica applicata - Modellistica numerica e differenziale. Richiede buone conoscenze di analisi matematica che si possono in parte acquisire anche nei corsi delle lauree triennali in Fisica, Ingegneria, Statistica, e altre discipline scientifiche.
- Matematica applicata - Matematica per Data Science Richiede buone conoscenze generali in matematica, in particolare in probabilità e anche in algebra, che si possono in parte acquisire anche nei corsi delle lauree triennali in Fisica, Ingegneria, Statistica, Informatica, e altre discipline scientifiche.

## Quadro degli argomenti

Qui di seguito trovi una tabella con l'elenco delle conoscenze necessarie o utili per i vari curricula. Con **x** sono indicati gli argomenti indispensabili, con **x** quelli utili ma non indispensabili, differenziati per i 6 curricula delle due lauree magistrali.

	Matematica			Matematica applicata		
	did-sto	alg-geo	analisi	MApS	MoND	MaDS
1 matematica zero	x	x	x	x	x	x
2 algebra lineare	x	x	x	x	x	x
3 funzioni di una variabile	x	x	x	x	x	x
4 funzioni di più variabili	x	x	x	x	x	x
5 equazioni differenziali ordinarie	x	x	x	x	x	x
6 successioni e serie di funzioni	x	x	x	x	x	x
7 spazi metrici e topologici	x	x	x	x	x	x
8 spazi di funzioni	x	x	x	x	x	x
9 funzioni di variabile complessa	x	x	x	x	x	x
10 integrazione secondo Lebesgue	x	x	x	x	x	x
11 algebra	x	x	x	x	x	x
12 geometria proiettiva elementare	x	x	x			
13 geometria differenziale elementare	x	x	x	x	x	
14 omotopia	x	x	x	x		x
15 meccanica analitica	x	x	x	x	x	
16 equazioni della fisica matematica	x	x	x	x	x	
17 probabilità elementare	x	x	x	x	x	x
18 variabili aleatorie discrete	x	x	x	x	x	x
19 variabili aleatorie continue	x	x	x	x	x	x
20 analisi numerica	x			x	x	x
21 informatica					x	x
22 competenze computazionali	x	x	x	x	x	x
23 meccanica e termodinamica	x	x	x	x	x	
24 principi di elettromagnetismo	x	x	x	x	x	

# Dettagli e fonti

## 1 Matematica zero

Teoria ingenua degli insiemi: insiemi, sottoinsiemi, intersezione, unione, complementare. Funzioni tra insiemi, funzioni iniettive, suriettive, biettive. Cardinalità.

Algebra di Boole, operatori logici.

Calcolo combinatorio: permutazioni, disposizioni, combinazioni. Fattoriale e coefficiente binomiale.

Numeri naturali, interi, razionali, reali.

Numeri complessi: operazioni con i numeri complessi. Coniugato, modulo, esponenziale complesso.

Metodo assiomatico in algebra e in geometria.

Gli assiomi dei numeri naturali.

## 2 Algebra lineare

Spazi vettoriali, dipendenza lineare, matrici e applicazioni lineari. Risoluzione di sistemi lineari, determinanti. Operazioni con le matrici. Duale di uno spazio vettoriale. Autovalori, autospazi, polinomio caratteristico. Cambiamenti di base, diagonalizzazione di matrici. Prodotto scalare euclideo. Forme quadratiche.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Algebra lineare (I anno)

Testi suggeriti

- Kieran G. O'Grady: "Algebra Lineare e Geometria" su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>
- Edoardo Sernesi: "Geometria 1"
- Serge Lang: "Linear algebra"
- M. Manetti: dispensae di algebra lineare <https://www1.mat.uniroma1.it/people/manetti/dispense/algebralineare.pdf>
- M. Abate, C. de Fabritiis: "Geometria analitica con elementi di algebra lineare"

## 3 Funzioni di una variabile

I numeri reali come completamento dei razionali (sezioni di Dedekind, successioni di Cauchy).

Funzioni reali di variabile reale, limiti, confronto fra infiniti e fra infinitesimi. Limiti di successioni. Continuità di funzioni. Serie e criteri di convergenza. Derivate e loro significato analitico e geometrico. Primitive e integrali indefiniti. Metodi di integrazione.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Analisi I (I anno)

Testi suggeriti

- Pagani Salsa: "Analisi Matematica 1" Zanichelli
- M. Conti, D.L. Ferrario, S. Terracini, G. Verzini "Analisi Matematica 1" Apogeo Education

## 4 Funzioni di più variabili

Calcolo differenziale in più variabili: derivate direzionali, gradiente. Integrali curvilinei forme differenziali e campi vettoriali. Operatori differenziali. Formule di Gauss-Green. Integrali di volume, integrali di superficie, teorema di Stokes e teorema della divergenza.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Analisi II (II anno)

Testi suggeriti

- Adriana Garroni, Annalisa Malusa “Appunti di Analisi Matematica II”  
su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>
- M. Conti, D.L. Ferrario, S. Terracini, G. Verzini “Analisi Matematica 2” Apogeo Education
- Pagani, Salsa “Analisi II”

## 5 Equazioni differenziali ordinarie

Teorema di esistenza e unicità per le equazioni differenziali ordinarie. Equazioni a variabili separabili. Equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti, omogenee e non.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Elementi di analisi reale (I anno)

Testi suggeriti

- E. Montefusco, E. Spadaro: “Appunti di elementi di analisi reale” su  
<https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>
- Graziano Crasta “Equazioni Differenziali Ordinarie”  
su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>
- Eugenio Montefusco “Alcuni appunti per il corso di Equazioni Differenziali”  
su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>

## 6 Successioni e serie di funzioni

Successioni di funzioni, convergenza puntuale e uniforme, risultati di passaggio al limite sotto segno di integrale. Serie di funzioni. Serie di potenze. Sviluppi in serie di Taylor.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Elementi di Analisi reale (I anno)

Testi suggeriti

- E. Montefusco, E. Spadaro: “Appunti di elementi di analisi reale” su  
<https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>
- N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone: “Analisi Matematica 2”
- W. Rudin “Principi di Analisi Matematica”
- M. Conti, D.L. Ferrario, S. Terracini, G. Verzini: “Analisi Matematica 2” Apogeo Education
- Pagani, Salsa: “Analisi II”

## 7 Spazi di metrici e topologici

Spazi metrici, spazi metrici completi. Teorema di Bolzano-Weierstrass. Compattezza. Spazi topologici, intorni, insiemi aperti e chiusi. Compattezza in spazi topologici. Insiemi connessi, insieme connessi per archi.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Elementi di Analisi reale (I anno)

Corso di riferimento della triennale in matematica: Geometria II (II anno)

Testi suggeriti

- E. Montefusco, E. Spadaro: “Appunti di elementi di analisi reale” su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>
- N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, Analisi Matematica 2
- W. Rudin, Principi di Analisi Matematica
- M. Manetti: “Minitopologia” su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>
- Slide prof. Piccinni e referenze citate su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>

## 8 Spazi di funzioni

Spazi  $C^0$ ,  $C^1$ ,  $L^p$  con  $p \in [1, +\infty)$ . Teorema di Ascoli- Arzelà. Spazi di Banach, spazi di Hilbert. Serie di Fourier, trasformata di Fourier.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Analisi reale (II anno)

Testi suggeriti

- W. Rudin: “Real & Complex Analysis”
- H.L. Royed “Real analysis”

## 9 Funzioni di variabile complessa

Funzioni olomorfe, serie di potenze, poli e singolarità. Teorema dei residui.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Analisi II (II anno)

Testi suggeriti

- L.V. Ahlfors: “Complex analysis. An introduction to the theory of analytic functions of one complex variable” McGraw-Hill, New York, 1978.
- B.P. Palka: “An introduction to complex function theory”
- W. Rudin: “Analisi reale e complessa”

## 10 Integrazione secondo Lebesgue

Misura di Lebesgue di un insieme in  $\mathbb{R}^n$ . Insiemi di misura nulla. Integrale secondo Lebesgue. Teorema di Fubini. Passaggio al limite sotto integrale: lemma di Fatou, convergenza monotona, convergenza dominata. Teorema di Fubini.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Analisi reale (II anno) Testi suggeriti

- W. Rudin: “Real & Complex Analysis”
- H.L. Royden: “Real Analysis”

## 11 Algebra

Gruppi: teorema di Lagrange, teoremi di omomorfismo, gruppi simmetrici, gruppi abeliani finiti, azioni di gruppi su insiemi. Anelli: domini principali, euclidei, fattoriali. Estensioni algebriche di campi.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Algebra (II anno)

Testi suggeriti

- Israel Herstein “Algebra” Editori Riuniti
- Michael Artin “Algebra” Bollati Boringhieri
- Giulia Maria Piacentini Cattaneo, “Algebra - un approccio algoritmico”

## 12 Geometria proiettiva

Spazi proiettivi, sottospazi, spazi proiettivi e spazi affini. Proiettività. Birapporto. Classificazione proiettiva, affine ed euclidea delle coniche e delle quadriche.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Geometria I (I anno)

Testi suggeriti

- Edoardo Sernesi, Geometria 1

## 13 Geometria differenziale di curve e superfici

Curve nello spazio tridimensionale. Retta tangente, curvatura, torsione e teorema di rigidità. Superfici differenziabili. Piano tangente e prima forma fondamentale. Seconda forma fondamentale e relativi invarianti di curvatura. Curvatura gaussiana e teorema egregium.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Geometria II (II anno)

Testi suggeriti

- Do Carmo: “Differential geometry of curves and surfaces” Prentice-Hall
- J. McCleary: “Geometry from a differentiable viewpoint” (2nd ed.) Cambridge University Press
- W. Kuhnel, B. Hunt: “Differential Geometry: Curves - Surfaces - Manifolds, Second Edition” 2nd Edition, Student Mathematical Library vol.16, AMS
- Edoardo Sernesi: “Geometria II” Boringhieri.
- M. Manetti: “Topologia” Springer
- M. Abate, F. Tovena: “Curve e Superfici” Springer
- Slide prof. Piccinni e referenze citate su  
<https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>

- M. Manetti: “Minitopologia” su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>

### 14 Geometria 3: omotopia

Omotopia di cammini e di applicazioni continue. Gruppo fondamentale e invarianza omotopica. Teorema di van Kampen e applicazioni. Rivestimenti topologici e relazioni con il gruppo fondamentale. Costruzione del rivestimento universale.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Geometria II (II anno)

Testi suggeriti

- Edoardo Sernesi: “Geometria II” Boringhieri.
- M. Manetti: “Topologia” Springer
- M. Abate, F. Tovena: “Curve e Superfici” Springer
- Slide prof. Piccinni e referenze citate su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>
- M. Manetti: “Minitopologia” su <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/materiale-didattico>
- G.E. Bredon “Topology and geometry” GTM Springer

### 15 Meccanica analitica

Lagrangiane per i sistemi meccanici, ed equazioni di Eulero Lagrange associate. Principio di azione stazionaria.

Variabili cicliche e quadratura del moto. Risoluzione per quadrature del moto centrale.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Meccanica razionale (II anno)

Testi suggeriti

- R. Esposito: “Appunti delle lezioni di meccanica razionale” Aracne editrice
- P. Buttà, P. Negrini: “ Note del corso di meccanica razionale” Edizioni Nuova Cultura.
- L.D. Landau, E.M. Lifshitz: “Fisica Teorica 1 - Meccanica” Editori Riuniti University Press.
- E. Olivieri “Appunti di meccanica razionale” Aracne Editrice.

### 16 Equazioni della fisica matematica

Soluzione fondamentale dell’equazione del calore. Equazione della corda vibrante e della membrana vibrante. Soluzioni in serie/trasformata di Fourier.

Funzioni armoniche e loro proprietà. Funzioni di Green per l’equazione di Poisson in  $\mathbb{R}^d$ . Funzione di Green per il problema di Poisson in un dominio.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Fisica matematica (III anno)

Testi suggeriti

- P. Buttà “Dispense del corso”  
su [http://www1.mat.uniroma1.it/~butta/didattica/note\\_FM.pdf](http://www1.mat.uniroma1.it/~butta/didattica/note_FM.pdf)
- S. Salsa “Equazioni alle derivate parziali: Metodi modelli e applicazioni” Springer

## 17 Probabilità elementare

Spazi di probabilità discreti, eventi e loro operazioni. Eventi indipendenti. Probabilità condizionate. Formule delle probabilità composte, delle probabilità totali e di Bayes.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Probabilità I (I anno)

Testi suggeriti

- F. Caravenna, P. Dai Pra: “Probabilità. Un’introduzione attraverso modelli e applicazioni” Springer.
- Sheldon M. Ross: “Calcolo delle probabilità” Apogeo.
- William Feller: “An introduction to probability theory and its application” Volume 1. Wiley.
- A. N. Shiryaev: “Probability”.
- <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-436j-fundamentals-of-probability/>
- [https://www.math.unipd.it/%7Ebarbato/Calc\\_prob/esercizi\\_calc\\_prob/esercizi.pdf](https://www.math.unipd.it/%7Ebarbato/Calc_prob/esercizi_calc_prob/esercizi.pdf)

## 18 Variabili aleatorie discrete

Variabili aleatorie discrete, distribuzione, valore atteso, varianza, covarianza. Variabili di Bernoulli, binomiali, poissoniane. Distribuzioni congiunte, marginali.

Somme aleatorie di variabili aleatorie indipendenti. Diseguaglianza di Chebyshev e legge debole dei grandi numeri.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Probabilità I (I anno)

Testi suggeriti

- F. Caravenna, P. Dai Pra: “Probabilità. Un’introduzione attraverso modelli e applicazioni” Springer.
- Sheldon M. Ross: “Calcolo delle probabilità” Apogeo.
- William Feller: “An introduction to probability theory and its application” Volume 1. Wiley.
- A. N. Shiryaev: “Probability”.
- <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-436j-fundamentals-of-probability/>
- [https://www.math.unipd.it/%7Ebarbato/Calc\\_prob/esercizi\\_calc\\_prob/esercizi.pdf](https://www.math.unipd.it/%7Ebarbato/Calc_prob/esercizi_calc_prob/esercizi.pdf)

## 19 Variabili aleatorie continue

Variabili aleatorie continue: densità di probabilità, funzione di distribuzione, valore atteso e varianza. Distribuzione uniforme, gaussiana, esponenziale.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Probabilità I (I anno)

Testi suggeriti



- F. Caravenna, P. Dai Pra: “Probabilità. Un’introduzione attraverso modelli e applicazioni” Springer.
- Sheldon M. Ross: “Calcolo delle probabilità” Apogeo.
- William Feller: “An introduction to probability theory and its application” Volume 1. Wiley.
- A. N. Shiryaev: “Probability”.
- <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-436j-fundamentals-of-probability/>
- [https://www.math.unipd.it/%7Ebarbato/Calc\\_prob/esercizi\\_calc\\_prob/esercizi.pdf](https://www.math.unipd.it/%7Ebarbato/Calc_prob/esercizi_calc_prob/esercizi.pdf)

## 20 Analisi numerica

Metodi per la risoluzione di sistemi lineari, approssimazione di funzioni, quadratura numerica, metodi di base per l’integrazione di equazioni differenziali ordinarie.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Analisi numerica (III anno)

Testi suggeriti

- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, P. Gervasio “Matematica Numerica” Springer, 2014.
- J.Stoer R. Bulirsch “Introduction to Numerical Analysis” Springer-Verlag New York 2002

## 21 Informatica

Algoritmo, struttura dati, complessità computazionale. Ricorsione.

Strutture dati fondamentali (vettori, liste, pile, code, code con priorità, alberi). Dizionari. Grafi.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Informatica generale (II anno)

Testi suggeriti

- T. H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest “Introduction to algorithms” The MIT Press

## 22 Competenze computazionali

Conoscenza operativa di almeno un linguaggio di programmazione, preferibilmente C++ o python, e di un linguaggio più specifico per le applicazioni matematiche (Mathematica, matlab, R).

Corso di riferimento della triennale in matematica: Laboratorio di programmazione e calcolo (I anno)

Testi suggeriti

- Luis J. Aguilar, “Fondamenti di programmazione in C++”. McGraw-Hill, 2008.

## 23 Fisica generale

Meccanica dei punti materiali. Termodinamica.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Fisica generale I (II anno)

Testi suggeriti

- C. Mencuccini, V. Silvestrini “Fisica I - Meccanica e Termodinamica” Casa Ed. Ambrosiana
- P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci “Fisica I - Meccanica e termodinamica” EdiSES

## **24 Principi di elettromagnetismo**

Cariche, campi elettromagnetici, onde.

Corso di riferimento della triennale in matematica: Fisica generale II (III anno)

Testi suggeriti

- C. Mencuccini, V. Silvestrini “Fisica II - Elettromagnetismo” Casa Ed. Ambrosiana
- P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci “Fisica II” EdiSES
- La Fisica di Berkeley. Vol. 2.
- John David Jackson “Classical Electrodynamics” Wiley
- David J. Griffiths “Introduction to Electrodynamics” Prentice Hall