

Principali informazioni sull'insegnamento	
Denominazione dell'insegnamento	<b>Matematica Discreta</b>
Corso di studio	Informatica
Anno di corso	primo anno
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS):	<b>9</b>
SSD	Mat/03-Geometria
Lingua di erogazione	Italiano
Periodo di erogazione	primo semestre
Obbligo di frequenza	No (ma la frequenza è fortemente consigliata)

Docente	
Nome e cognome	Sara Azzali
Indirizzo mail	sara.azzali @ <a href="mailto:sara.azzali@uniba.it">uniba.it</a>
Telefono	+39 080 544 2275
Sede	Ufficio della docente: <a href="#">Dipartimento di Matematica</a> Sede lezioni: le lezioni si svolgono presso il <a href="#">Dipartimento di Informatica</a>
Sede virtuale	
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	Consultare la pagina: <a href="https://www.dm.uniba.it/members/azzali/ricevimento">https://www.dm.uniba.it/members/azzali/ricevimento</a>

Syllabus	
<b>Obiettivi formativi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apprendere le basi del linguaggio matematico, acquisire la capacità di comprendere e utilizzare concetti e strutture matematiche astratte.</li> <li>• Acquisire solide nozioni di matematica discreta (teoria degli insiemi, strutture algebriche elementari, combinatoria, teoria elementare dei numeri, grafi e alberi)</li> </ul>
<b>Prerequisiti</b>	Calcolo elementare, calcolo polinomiale, primi elementi di teoria degli insiemi. Comprensione logica.

<p><b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b></p>	<p><b>1. Cenni di logica e di teoria degli insiemi</b>  <i>Insiemi:</i> Insieme vuoto, appartenenza, Inclusione, Unione, Uguaglianza, Intersezione, Complementare, Insieme delle Parti, Prodotto cartesiano. Proprietà elementari e leggi di De Morgan. Introduzione al linguaggio e simbolismo matematico.  <i>Logica:</i> logica proposizionale e predicativa. Simboli logici e quantificatori. Connettivi logici fondamentali e tavole di verità. Negazione. Tecniche di dimostrazione. Equivalenza di proposizioni. Principio di induzione.</p>
	<p><b>2. Funzioni e Successioni</b>  <i>Funzioni:</i> Definizione, immagine e controimmagine di un elemento, Diagrammi di Venn. Funzioni iniettive, suriettive e biettive. Composizione di funzioni, funzioni invertibili e caratterizzazione. Funzione Inversa. Cardinalità di un insieme. Cardinalità dell'insieme delle parti di un insieme. Insiemi Equipotenti. Insiemi finiti e infiniti, insiemi numerabili. Regola della somma e del prodotto.  <i>Successioni:</i> Definizioni, simbolo di sommatoria e proprietà. Successioni ricorsive ed esempi. Formula chiusa di successioni ricorsive. Progressioni aritmetiche e geometriche. Numeri di Fibonacci e Torri di Hanoi.</p> <p><b>3. Cenni di combinatoria</b>  Disposizioni e combinazioni semplici di <math>n</math> oggetti di classe <math>k</math> (<math>k</math> minore o uguale ad <math>n</math>). Permutazioni. Definizione e calcolo del coefficiente binomiale. Formula del binomio di Newton. Triangolo di Pascal. Disposizioni e combinazioni con ripetizioni di <math>n</math> oggetti di classe <math>k</math> e calcolo esplicito. Numero delle applicazioni iniettive e biettive tra insiemi finiti. Principio dei cassetti e principio di inclusione-esclusione.</p> <p><b>4. Relazioni di ordine e di equivalenza</b>  Relazioni tra insiemi. Proprietà di una relazione su un insieme: Riflessiva, Simmetrica, Antisimmetrica, Transitiva. Relazione di ordine: insiemi parzialmente e totalmente ordinati. Relazione di equivalenza: classi di equivalenza e proprietà, partizioni di un insieme e insieme quoziente</p> <p><b>5. Numeri naturali ed interi: congruenze ed equazioni diofantee</b>  L'insieme <math>N</math> dei numeri naturali. L'insieme <math>Z</math> dei numeri interi. Algoritmo della divisione con resto. Massimo comune divisore, proprietà e identità di Bezout. Minimo comune multiplo. Equazioni diofantee. La congruenza <math>(\text{mod } n)</math> su <math>Z</math> e la costruzione dell'insieme <math>Z_n</math> delle classi dei resti <math>(\text{mod } n)</math>. Congruenze lineari e metodi di risoluzioni. Sistemi di congruenze lineari e tecniche di risoluzione. Teorema cinese dei resti. Numeri primi. Teorema fondamentale dell'aritmetica e criteri di fattorizzazione di un intero. Esistenza di un numero infinito di primi. La funzione di Eulero e le sue principali proprietà. Il piccolo teorema di Fermat. Teorema di Eulero.</p>

	<p><b>6. Monoidi, gruppi, anelli e campi</b>          Leggi di composizione interne. Monoidi e principali proprietà. Esempi: il monoide delle parole, <math>(N,+)</math>, <math>(Z,\cdot)</math>. Gruppi e relative proprietà. Esempi fondamentali: <math>(Z,+)</math>, <math>(Q,+)</math>, <math>(R,+)</math>, <math>(Q^*,\cdot)</math>, <math>(R^*,\cdot)</math>, <math>(S_n,\circ)</math>. Compatibilità di una legge di composizione interna con una relazione di equivalenza e operazione indotta sul quoziente: il gruppo <math>(Z_n,+)</math>, il monoide <math>(Z_n,\cdot)</math>. Caratterizzazione degli elementi invertibili di <math>Z_n</math>. Il gruppo <math>(Z_p,\cdot)</math>, con <math>p</math> primo. Sottogruppi e caratterizzazioni. Gruppi ciclici ed esempi. Teorema di Lagrange e Teorema inverso per i gruppi ciclici. Gruppo simmetrico: cicli, permutazioni, ordine di un elemento.</p> <p>Anelli e principali proprietà. Divisori dello zero, elementi unitari e proprietà relative. Gli anelli <math>(Z,+,\cdot)</math>, <math>(Z_n,+,\cdot)</math>. Definizione di campo e principali proprietà. I campi: <math>(Q,+,\cdot)</math>, <math>(R,+,\cdot)</math>, <math>(Z_p,+,\cdot)</math> (con <math>p</math> primo).</p> <p><b>7. Matrici</b>          Matrici ed operazioni tra matrici. Matrici invertibili. Matrici trasposta e Matrici simmetriche. Determinante di una matrice quadrata e relative proprietà. Caratterizzazione delle matrici invertibili e calcolo dell'inversa.</p> <p><b>8. Grafi</b>          Grafi semplici e multigrafi, essenzialmente nel caso di grafi finiti. Grafi completi e grafi regolari. Legami tra il numero dei lati e i gradi dei suoi vertici. Cammini e cicli. Cammini Euleriani e Hamiltoniani. Teorema di Eulero. Grafi bipartiti. Grafi connessi. Grafi isomorfi. Grafi planari.</p>
<b>Testi di riferimento</b>	<p>G.M. Piacentini Cattaneo: <i>Matematica Discreta e applicazioni</i>, Zanichelli          K. H. Rosen: <i>Discrete Mathematics and Its Applications</i>, McGraw–Hill          M.G. Bianchi, A. Gillio <i>Introduzione alla Matematica Discreta</i>, McGraw–Hill          A. Facchini: <i>Algebra e Matematica Discreta</i>, Zanichelli</p>
<b>Note ai testi di riferimento</b>	<p>Maggiori informazioni verranno pubblicate sulla pagina web:  <a href="https://www.dm.uniba.it/members/azzali/didattica">https://www.dm.uniba.it/members/azzali/didattica</a></p>

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (esercitazioni)	Studio individuale
225	56	30	139
CFU/ETCS			
9	7	2	

Metodi didattici	
	Lezioni ed esercitazioni frontali in aula (o altre modalità alternative in caso di restrizioni dovute all'emergenza Covid)

Risultati di apprendimento previsti	
<b>Conoscenza e capacità di comprensione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquisizione di capacità logiche formali e familiarità con concetti matematici astratti.</li> <li>• Acquisizione delle tecniche dimostrative di base e di procedimenti formali, i principi dell'astrazione, le teorie formali del calcolo.</li> <li>• Sviluppo della abilità di calcolo e di ragionamento astratto.</li> </ul>
<b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le conoscenze acquisite trovano applicazione nello svolgimento di esercizi.</li> <li>• Lo studente possiede le conoscenze per risolvere piccoli problemi, eseguire algoritmi e sviluppare il calcolo matriciale.</li> <li>• Acquisizione di capacità logiche e ragionamento astratto.</li> </ul>
<b>Competenze trasversali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Autonomia di giudizio:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Capacità di individuare metodi risolutivi opportuni per un particolare problema</li> <li>— Capacità di stabilire la coerenza e la correttezza di un ragionamento logico o di una dimostrazione.</li> </ul> </li> <li>• <i>Abilità comunicative:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Acquisizione del linguaggio formale matematico, necessario per poter acquisire negli anni successivi delle competenze professionali d'avanguardia.</li> <li>— Capacità di esporre le conoscenze acquisite in maniera corretta e rigorosa.</li> </ul> </li> <li>• <i>Capacità di apprendere in modo autonomo:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Acquisizione di un metodo di studio adeguato, supportato della consultazione dei testi e dalla risoluzione di esercizi e quesiti proposti periodicamente durante il corso.</li> </ul> </li> </ul>

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>Prova scritta in presenza contenente esercizi e domande teoriche. Correzione dell'elaborato effettuata dal docente e incontro per la visione dell'elaborato.</p> <p>Prova orale facoltativa, previo superamento della prova scritta.</p> <p>In caso lo studente scelga di non sostenere la prova orale facoltativa, la valutazione finale sarà quella ottenuta nella prova scritta.</p> <p>In caso lo studente sostenga anche la prova orale, l'esame sarà superato solo se anche la prova orale risulterà sufficiente e la valutazione terrà conto di entrambe le prove d'esame.</p> <p>Tali modalità di esame potrebbero variare a causa di provvedimenti legati all'emergenza Covid.</p>

<p>Criteri di valutazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Qualità e correttezza delle tecniche dimostrative, dei procedimenti formali e del ragionamento astratto.</li> </ul> </li> <li>• <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Qualità e correttezza delle capacità logiche.</li> </ul> </li> <li>• <i>Autonomia di giudizio:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capacità di valutare la correttezza e la coerenza delle tecniche dimostrative e del metodo risolutivo.</li> </ul> </li> <li>• <i>Abilità comunicative:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Qualità e correttezza dell'esposizione delle conoscenze acquisite.</li> </ul> </li> <li>• <i>Capacità di apprendere:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Correttezza degli svolgimenti e dei risultati elaborati.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p>Il voto finale è attribuito in trentesimi. L'esame è superato quando il voto è superiore o uguale a 18.</p> <p>Lo studente deve rispondere ai quesiti e risolvere gli esercizi proposti in sede d'esame in maniera corretta e rigorosa. Il voto finale dipende dalla soluzione descritta, dal rigore e dalla correttezza.</p>
<p><b>Altro</b></p>	

General information	
Academic subject	<b>Discrete Mathematics</b>
Degree course	Computer Science
Academic Year	First year
European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)	9
Language	Italian
Academic calendar (starting and ending date)	First semester
Attendance	not mandatory (but strongly recommended)

Professor/ Lecturer	
Name and Surname	Sara Azzali
E-mail	sara.azzali @ <a href="mailto:sara.azzali@uniba.it">uniba.it</a>
Telephone	+39 080 544 2275
Department and address	<i>Office of the lecturer:</i> at the <a href="#">Math department</a> <i>Lectures take place:</i> at the <a href="#">Department of Computer Sciences</a>
Virtual headquarters	
Office hours (time and day)	Check the webpage: <a href="https://www.dm.uniba.it/members/azzali/ricevimento">https://www.dm.uniba.it/members/azzali/ricevimento</a>

Syllabus	
<b>Learning Objectives</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquire the basic language of mathematics, acquire the ability to understand and work with abstract concepts and constructions.</li> <li>• Acquire solid knowledge of discrete mathematical structures (combinatorics, elementary number theory, elementary algebraic structures, graphs)</li> </ul>
<b>Course prerequisites</b>	Elementary arithmetic, polynomial arithmetic. First notions in set theory. Logical reasoning.



<p><b>Contents</b></p>	<p><b>1. Logic and Set Theory</b> <i>Sets:</i> empty set, inclusion, intersection, union, complement, power set, Cartesian product. De Morgan laws. Mathematical symbols. <i>Logic:</i> proposition, logical symbol and quantifiers. Truth tables. Proofs. Mathematical induction.</p> <p><b>2. Functions and Sequences</b> <i>Functions:</i> injection, surjection, bijection, composition, inverse and properties. Cardinality of a set and properties. <i>Sequences:</i> Definition, sum symbol and properties. Inductive sequences. Fibonacci numbers and Hanoi towers.</p> <p><b>3. Combinatorics</b> <i>Combinatorics:</i> dispositions and combinations without repetitions. Permutations. Binomial coefficient. Newton binomial formula. Pascal triangle. Dispositions and combinations with repetitions. Number of injective and bijective functions between finite sets. Inclusion-exclusion principle.</p> <p><b>4. Equivalence and Order relations</b> <i>Relations:</i> reflexive, symmetric, transitive and antisymmetric properties. Equivalence classes and quotients. Partially and totally ordered sets.</p> <p><b>5. Natural and integer numbers</b> Set of natural and integer numbers. Greatest common divisor. Bézout Identity. Least common multiple. Diophantine equations. Congruence equations mod <math>n</math>. Chinese remainder Theorem. Prime numbers and properties. The fundamental theorem of arithmetic. Fermat's little theorem. Euler function. Euler's Theorem.</p> <p><b>6. Monoids, groups, rings and fields</b> Composition laws. Monoids, groups, subgroups and properties. Examples <math>(\mathbb{Z}, +)</math>, <math>(\mathbb{Q}, +)</math>, <math>(\mathbb{R}, +)</math>, <math>(\mathbb{Q}^*, \cdot)</math>, <math>(\mathbb{R}^*, \cdot)</math>, <math>(S_n, \circ)</math>. Cyclic groups. Lagrange's theorem. Composition laws and equivalence relations. Permutations and the symmetric group. Rings. Zero divisors and invertible elements.</p> <p><b>7. Matrices</b> Matrices and operations. Some fundamental concepts: invertibility, transposition, symmetric matrices. The determinant and its properties.</p> <p><b>8. Graphs</b> Simple graphs and multigraph. Complete and regular graphs. Path and cycle. Eulerian and Hamiltonian path. Euler's theorem. Connected graphs. Isomorphism and planar graphs.</p>
------------------------	---

<b>Books and bibliography</b>	G.M. Piacentini Cattaneo: <i>Matematica Discreta e applicazioni</i> , Zanichelli K. H. Rosen: <i>Discrete Mathematics and Its Applications</i> , McGraw–Hill M.G. Bianchi, A. Gillio <i>Introduzione alla Matematica Discreta</i> , McGraw–Hill A. Facchini: <i>Algebra e Matematica Discreta</i> , Zanichelli
<b>Additional materials</b>	Further information will be posted on the webpage: <a href="https://www.dm.uniba.it/members/azzali/didattica">https://www.dm.uniba.it/members/azzali/didattica</a>

Work schedule			
Total	Lectures	Hands on (Laboratory, working groups, seminars, field trips)	Out-of-class study hours/ Self-study hours
<b>Hours</b>			
225	56	30	139
<b>ECTS</b>			
Teaching strategy		Lectures and exercise classes	
Expected learning outcomes			
<b>Knowledge and understanding on:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquisition of logical skills and familiarity with abstract mathematical concepts.</li> <li>• Acquisition of basic demonstrative techniques and formal procedures, the principles of abstraction</li> <li>• Develop the ability to count or enumerate objects</li> </ul>		
<b>Applying knowledge and understanding on:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solving exercises, formalizing mathematical problems and finding solving strategies</li> <li>• Perform algorithms and develop matrix calculus</li> <li>• Abstract reasoning</li> </ul>		
<b>Soft skills</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autonomy of judgment:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ability to identify appropriate solution methods for a particular problem</li> <li>- Ability to establish the consistency and correctness of a logical reasoning or proof.</li> </ul> </li> <li>• Communication skills:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquisition of the formal mathematical language, necessary to be able to acquire cutting-edge professional skills in subsequent years.</li> <li>- Ability to present the acquired knowledge correctly and rigorously.</li> </ul> </li> <li>• Ability to learn independently:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquisition of an adequate study method, supported by the consultation of the texts and the resolution of exercises and questions proposed periodically during the course.</li> </ul> </li> </ul>		





<b>Assessment and feedback</b>	
Methods of assessment	The written exam consists both of exercises and theoretical questions. The oral stage of the exam is optional, and it is reserved to students who successfully pass the written exam.
Evaluation criteria	<ul style="list-style-type: none"><li>• Knowledge and understanding: Quality and accuracy of the used techniques and of mathematical proofs</li><li>• Applying knowledge and understanding: accuracy and precision in reasoning</li><li>• Autonomy of judgment: quality and precision in mathematical proofs and in the used techniques</li><li>• Quality and accuracy of the acquired knowledge</li><li>• Communication skills: property and accuracy of the exposition</li></ul>
Criteria for assessment and attribution of the final mark	The student has to be able to solve the exercises in a correct and rigorous way. The final mark depends on how the solutions are rigorous and logical. The exam is passed if the final mark is greater or equal to 18 (out of 30).
<b>Additional information</b>	