

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

FACOLTÀ di: **Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali**

Classe di appartenenza: **classe XXXII - Scienze Matematiche**

Corso di Studio: **MATEMATICA**

## *Regolamento didattico del corso di Matematica ai sensi dell'art. 12 del D.M. 509/99.*

Il corso di laurea in Matematica si articola in due curricula, **Matematica** e **Matematica per le Applicazioni**, che potranno in futuro divenire corsi di laurea autonomi.

Il curriculum in **Matematica** mira a fornire una preparazione di base nell'ambito della matematica con la possibilità per lo studente di raggiungere uno o più dei seguenti obiettivi:

- acquisire un minimo di conoscenze di base e poi avere la più ampia possibilità di scelta;
- orientarsi verso un profilo di tipo didattico pensando ad un naturale proseguimento degli studi verso la scuola di specializzazione all'insegnamento secondario o altro percorso formativo a ciò deputato;
- ottenere una solida formazione nell'ambito della matematica con l'intenzione di proseguire poi gli studi verso una laurea specialistica (titolo di studio di II livello) ed un eventuale dottorato di ricerca.

Il curriculum in **Matematica per le Applicazioni** mira a fornire una preparazione di tipo applicativo nell'ambito della matematica, indirizzata alla professionalità, assegnando un titolo che sia immediatamente spendibile sul mercato del lavoro oppure suscettibile di ulteriori approfondimenti in una successiva laurea specialistica ed in un eventuale dottorato di ricerca. Il laureato che abbia seguito il curriculum in Matematica per le Applicazioni dovrebbe essere in grado di collaborare ad un progetto di natura industriale o economico-finanziaria o ambientale-biomedica, col compito primario di formulare matematicamente un problema. L'esame di tale problema e della sua risolubilità, insieme ad un eventuale analisi numerica dello stesso, fa ancora parte del supporto modellistico-matematico e computazionale che tale laureato sarebbe in grado di fornire.

Il corso di laurea ha di norma durata triennale con didattica organizzata su base semestrale. Ogni semestre comprende 12 settimane effettive di attività didattica, almeno per gli insegnamenti che comportano l'acquisizione di 7 crediti formativi universitari (CFU) e per i quali sono previsti corsi di lezioni + esercitazioni per complessive 60 ore. Vi sono anche alcuni insegnamenti i cui corsi di lezioni + esercitazioni sono di durata inferiore (50 ore) e che danno diritto a 6 CFU, ma questi vengono in generale proposti agli studenti nel secondo semestre del terzo anno.

Il Consiglio di Corso di Laurea in Matematica – o l'organo didattico analogo, che in futuro dovrebbe chiamarsi **Consiglio della Classe di Scienze Matematiche (CCSM)** – nominerà una **Commissione Didattica di Riconoscimento Crediti (CDRC)** che si occuperà in dettaglio di tutti i problemi legati alla definizione e al riconoscimento delle varie attività formative svolte dagli studenti e dei relativi crediti.

a) Elenco degli insegnamenti attivabili, con l'indicazione dei settori Scientifico Disciplinari di riferimento e dell'eventuale articolazione in moduli.

La presentazione degli insegnamenti viene articolata nel modo seguente: si segue l'ordine temporale scandito dai semestri, dal primo (I semestre del I anno) al sesto (II semestre del III anno), e all'interno di ogni semestre si procede in ordine alfabetico [precisiamo che in questo ambito, si parla di I, II, III anno in termini di anno di attivazione degli insegnamenti e non come anno in cui lo studente deve necessariamente seguire questi insegnamenti]. I corsi del primo anno sono già stati attivati nell'anno accademico 2000/01 a livello sperimentale, proponendoli all'interno di moduli e denominazioni del vecchio ordinamento. Gli insegnamenti del (primo e) secondo anno saranno attivati – e stavolta anche formalmente – a partire dall'anno accademico 2001/02. Per quanto riguarda gli insegnamenti del terzo anno, le informazioni fornite hanno carattere provvisorio e i dati sono suscettibili di modifiche ulteriori: non è detto che tutti i corsi ivi indicati saranno attivati nel 2002/03 o in anni seguenti, mentre altri corsi con diverso contenuto potranno essere proposti in futuro.

Al nome di ogni insegnamento si associano tre voci: il settore (o i settori) scientifico–disciplinare di riferimento, la tipologia di attività formativa (B = base, C = caratterizzante, A = affine o integrativa), il numero di CFU. Si ricorda che per gli insegnamenti che comportano l'acquisizione di 7 crediti formativi universitari (CFU), sono previsti corsi di lezioni + esercitazioni di 60 ore; per gli insegnamenti che danno diritto a 6 CFU, i corsi di lezioni + esercitazioni sono di durata complessiva di 50 ore.

La quantità di ore di esercitazioni (che possono anche svolgersi nel laboratorio informatico come succede volentieri per alcuni corsi, ad es. Strumenti informatici e matematici di base) o di seminari da inserire in ciascun insegnamento non viene fissata a priori ma può variare a discrezione del docente principale e dei docenti di supporto – eventualmente sentito un collegio di altri docenti – in funzione anche dei contenuti del programma e della difficoltà dell'argomento.

<b>Nome dell'insegnamento</b>	<b>Settore</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Crediti</b>
1. Algebra	MAT/02	C	7
2. Algebra lineare	MAT/03	B	7
3. Concetti di analisi matematica di base	MAT/05	B	7
4. Strumenti informatici e matematici di base	#	B	7
5. Geometria	MAT/03	C	7
6. Meccanica e termodinamica	Area 02	§	7
7. Probabilità e statistica elementari	MAT/06	C	7
8. Strumenti di analisi matematica di base	MAT/05	C	7
9. Analisi numerica	MAT/08	C	7
10. Complementi di analisi matematica di base	MAT/05	C	7
11. Probabilità	MAT/06	C	7
12. Programmazione	!	A	7
13. Teoria dei gruppi e sue applicazioni	MAT/02	C	7

14. Biomatematica	MAT/08	C	7
15. Curve e superfici	MAT/03	C	7
16. Equazioni differenziali e sistemi dinamici	MAT/05	C	7
17. Fenomeni elettromagnetici	area 02	A	7
18. Finanza matematica	MAT/06	C	7
19. Fondamenti della matematica	MAT/04	C	7
20. Matematica discreta	&	C	7
21. Meccanica analitica	MAT/07	C	7
22. Equazioni della fisica matematica	MAT/07	C	7
23. Informatica generale	!	A	7
24. Introduzione alla topologia algebrica	MAT/03	C	7
25. Matematiche complementari	MAT/04	C	7
26. Modellistica numerica	MAT/08	C	7
27. Teoria dei numeri	&	C	7
28. Teoria della misura e spazi di Lebesgue	MAT/05	C	7
29. Teoria delle probabilità	MAT/06	C	7
30. Variabile complessa e trasformate di Fourier	MAT/05	C	7
31. Crittografia	%	A	7
32. Fisica moderna	area 02	A	7
33. Geometria differenziale	MAT/03	C	6
34. Introduzione ai problemi per equazioni a derivate parziali	MAT/05	C	6
35. Matematiche elementari da un punto di vista superiore	MAT/04	C	7
36. Metodi di approssimazione	MAT/08	C	6
37. Rappresentazioni di gruppi e algebre	MAT/02	C	6
38. Statistica per le scienze sperimentali	MAT/06	C	7
39. Teoria dei sistemi dinamici	MAT/07	C	6

#### Legenda esplicativa dei simboli usati:

# = uno o più fra i settori MAT/02-03-05-07-08 per complessivi 4 CFU; INF/01 o ING-INF/05 per 3 CFU.

§ = riconosciuta come attività formativa di base (B) per 3 CFU, affine o integrativa (A) per 4 CFU.

! = INF/01 o ING-INF/05.

& = uno o più fra i settori MAT/02-03-05.

% = INF/01, ING-INF/05 o MAT/02.

Gli insegnamenti di *Strumenti informatici e matematici di base*, *Probabilità e statistica elementari*, *Finanza Matematica*, *Meccanica Analitica* prevedono, nell'anno accademico 2001/02, un articolazione in 3,2,2,2 moduli, rispettivamente, che vengono indicati con Nome del corso – lettera (a, b, ecc.) seguendo l'ordine alfabetico. Un modulo è tenuto dal docente principale e l'altro o gli altri dai docenti di supporto. Naturalmente, in futuro questi stessi insegnamenti potrebbero ricomporsi in un unico modulo; come pure altri insegnamenti, che nel 2001/02 prevedono un unico modulo, potrebbero sdoppiarsi o triplicarsi in più moduli in futuro. In ogni caso, l'esame o le verifiche di profitto relative ad un insegnamento articolato in moduli sono comunque unificate e raccolte in un unico voto o giudizio finale, sotto la responsabilità del docente principale.

Il CCSM (Consiglio della Classe di Scienze Matematiche) si riserva la possibilità di inserire, anno per anno, nuovi insegnamenti con nomi diversi da quelli elencati, con denominazioni anche non tradizionali, impegnandosi a precisare per ogni insegnamento il settore o i settori scientifico disciplinari di riferimento, la tipologia di attività formativa e il numero di crediti acquisibili. Inoltre,

nello spirito dell'innovazione didattica, viene lasciata la più ampia libertà allo studente di proporre, all'interno del suo piano di studi, un qualunque insegnamento attivato nell'ateneo pavese (o in altri atenei, quando ciò sia permesso dai regolamenti didattici di ateneo), concordando naturalmente con la commissione CDRC il numero di CFU riconosciuti per quell'insegnamento e fatta salva l'approvazione da parte del CCSM.

b) Tipologia delle altre attività formative, ivi comprese le attività professionali certificate.

Per quanto riguarda la (prima) **lingua straniera**, si intende consigliare lo studente a privilegiare l'inglese. Lo studente può seguire un corso di Lingua inglese organizzato dalla Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali e deve comunque sostenere una verifica conclusiva che comporterà il riconoscimento di **4 CFU** nel settore L-LIN/12.

Fra le **altre** attività proposte agli studenti, al momento attuale si possono configurare le seguenti: un  **tirocinio** (o stage) formativo e di orientamento e/o attività legate ad un  **programma Erasmus** e/o altri corsi di  **lingua straniera** e/o un  **reading course** su argomento da concordare con il CCSM e/o  **serie di seminari** tenuti dallo studente e/o  **attività di tipo informatico** per l'apprendimento di determinati applicativi o preparazione di software di base o creazione di pagine web e/o attività di  **tutorato** come supporto agli insegnamenti. A seconda del tipo e della quantità di lavoro svolto, l'organo didattico competente riconoscerà allo studente un certo numero di crediti formativi. Nell'ambito descritto, lo studente può acquisire da un minimo di **9 CFU** ad un massimo di **15 CFU**.

Fra le attività formative **a scelta** dello studente, si prevedono uno o più insegnamenti a scelta dello studente oppure attività formative di altro tipo proposte dallo studente alla CDRC per un totale di **9 CFU**.

La **prova finale** consiste in una tesina su argomento monografico concordato con un docente, sia scritta che discussa oralmente di fronte ad una commissione di laurea, per un totale di **5 CFU**. Alla seduta di laurea si potrà accedere solo dopo aver acquisito un numero di CFU maggiore o uguale a 175 CFU, in base allo schema di suddivisione dei crediti all'interno delle varie attività precisato al punto c) successivo.

c) Obiettivi formativi specifici, di ogni attività formativa, crediti ed eventuali propedeuticità di ogni insegnamento e di ogni attività formativa.

Il corso di studio in Matematica viene di seguito presentato descrivendo, con un certo dettaglio, l'offerta didattica e fornendo utili indicazioni sulle possibilità di acquisizione dei crediti. La presentazione non pretende di essere né esauriente né completa per quanto riguarda gli insegnamenti relativi alla formazione caratterizzante e a quella affine o integrativa: si notino in particolare le indicazioni del numero minimo e massimo di crediti in quegli ambiti. Inoltre, a livello di insegnamenti caratterizzanti, ci si è limitati a sintetizzare gli obiettivi di quegli insegnamenti che si ritengono fondamentali per entrambi i curricula, o poco più.

I due curricula in **Matematica** e **Matematica per le Applicazioni** si caratterizzano a partire dal secondo anno. È prevista un'ampia possibilità di scelta di corsi, anche fuori dall'ambito propriamente matematico, e di personalizzazione del proprio percorso didattico.

Tra i percorsi possibili all'interno del curriculum in **Matematica** se ne configurano uno didattico, indicato per coloro che intendono dedicarsi all'insegnamento, e uno generale, per coloro che puntano a proseguire gli studi dopo una laurea di primo livello con l'intenzione di dedicarsi alla ricerca.

Il curriculum in **Matematica per le Applicazioni** è particolarmente indicato sia per coloro che desiderano acquisire una certa abilità nel predisporre modelli per problemi, per esempio di tipo economico-finanziario o industriale o ambientale–biomedico, sia per coloro che vogliono proseguire con la ricerca nei campi suddetti.

## 1) Formazione di base

In questo punto rientrano le attività formative negli ambiti disciplinari di alcuni settori delle Scienze Matematiche (MAT) e di tutti i settori delle Scienze Fisiche (FIS) ed Informatiche (INF e ING-INF), con riferimento preciso ai seguenti settori scientifico-disciplinari:

### *Ambito: Discipline Matematiche*

MAT/02	algebra
MAT/03	geometria
MAT/05	analisi matematica
MAT/07	fisica matematica
MAT/08	analisi numerica

### *Ambito: Discipline Fisiche*

FIS/01	fisica sperimentale
FIS/02	fisica teorica, modelli e metodi matematici
FIS/03	fisica della materia
FIS/04	fisica nucleare e subnucleare
FIS/05	astronomia e astrofisica
FIS/06	fisica per il sistema terra e per il mezzo circumterrestre
FIS/07	fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina)
FIS/08	didattica e storia della fisica

### *Ambito: Discipline Informatiche*

INF/01	informatica
ING-INF/05	sistemi di elaborazione delle informazioni

Gli scopi della **formazione di base** sono:

- consolidare le competenze in ambito matematico ed informatico già presenti nei curricula del ciclo secondario, colmando nel contempo eventuali debiti formativi derivanti dai diversi percorsi scolastici;
- consentire l'acquisizione delle prime conoscenze fondamentali di analisi matematica e di algebra lineare, nonché dei più semplici strumenti informatici e dei primi rudimenti della meccanica;
- introdurre i principi base del ragionamento logico-matematico.

Nel nostro corso di studio in Matematica la formazione di base prevede:

- **7 CFU nel settore della GEOMETRIA**

## 2. Algebra lineare

La nozione di spazio vettoriale. Dipendenza lineare, basi, dimensione. Applicazioni lineari e matrici. Rango. Sistemi lineari, eliminazione Gaussiana. Determinanti. Geometria affine di rette, piani, iperpiani.

### \* 7 CFU nel settore dell'ANALISI MATEMATICA

#### 3. Concetti di analisi matematica di base

Successioni numeriche, serie numeriche, limiti e continuità, differenziabilità e calcolo differenziale, integrali, applicazioni.

### \* 7 CFU in INFORMATICA e MATEMATICA (settori contemplati)

#### 4. Strumenti informatici e matematici di base

Nozioni matematiche di base, con particolare riferimento a insiemi, numeri, funzioni. Uso dei PC in ambiente Windows e Linux; esercitazioni presso il laboratorio informatico del dipartimento: scrivere, comunicare, navigare in Internet, comporre semplici pagine web, eseguire semplici calcoli. Alcuni software matematici (matlab, maple): esempi e semplici situazioni in cui è necessario utilizzare il software in maniera "intelligente".

### \* 3 CFU nell'area della FISICA (settori contemplati)

Si tratta della prima parte dell'insegnamento 6. *Meccanica e termodinamica*, i cui contenuti sono illustrati in dettaglio all'interno del punto 3).

**Per un totale di 24 CFU**

## 2) Formazione caratterizzante

In questo punto rientrano le attività formative in uno o più ambiti disciplinari caratterizzanti la classe, per cui in generale sono interessati i seguenti settori scientifico-disciplinari:

### *Ambito: Discipline Matematiche*

MAT/01	logica matematica
MAT/02	algebra
MAT/03	geometria
MAT/04	matematiche complementari
MAT/05	analisi matematica
MAT/06	probabilità e statistica matematica
MAT/07	fisica matematica
MAT/08	analisi numerica
MAT/09	ricerca operativa
SECS-S/06	metodi matematici dell'economia e delle scienze attuariali e finanziarie

La **formazione caratterizzante** ha come primo obiettivo quello di fornire un adeguato spettro di conoscenze in tutti i settori della matematica, utilizzando i metodi di indagine che le sono propri e approfondendo i diversi aspetti concettuali e computazionali.

La flessibilità nella scelta dei percorsi (specificatamente nel terzo anno di corso) permette poi allo studente di indirizzare i propri interessi in diversi campi, da quelli più astratti – quali l'analisi moderna o gli sviluppi algebrico–geometrici della matematica – a quelli di tipo più applicativo – quali l'analisi numerica, la matematica finanziaria o la modellistica matematica per le scienze della natura. È inoltre previsto un percorso, che passerà attraverso la Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario, finalizzato a preparare i futuri insegnanti con una maggiore attenzione alla formazione logico–fondazionale.

Nel nostro corso di studio la formazione caratterizzante prevede:

**\* 7 CFU nel settore dell'ALGEBRA**

*1. Algebra*

Le nozioni di gruppo, anello, campo. Polinomi. Equazioni algebriche.

**\* 14 CFU nel settore della GEOMETRIA**

*5. Geometria*

Autovalori e autovettori. Polinomio caratteristico. Teorema di Cayley-Hamilton, polinomio minimo. Criteri di diagonalizzabilità. Prodotti scalari, basi ortonormali, procedimento di Gram-Schmidt. Teorema di rappresentazione di Riesz, aggiunta di una applicazione lineare. Teorema spettrale. Quadriche e loro classificazione. Spazi topologici e applicazioni continue. Spazi metrici. Compattezza (soprattutto per successioni), connessione, spazi di Hausdorff. Compattezza in spazi metrici. Sottospazi e prodotti di spazi topologici.

*15. Curve e superfici*

Geometria differenziale elementare delle curve e delle superfici dello spazio euclideo. Curvatura e torsione. Prima e seconda forma fondamentale. Curvatura gaussiana e media. Theorema egregium. Geodetiche.

**\* 14 CFU nel settore dell'ANALISI MATEMATICA**

*8. Strumenti di analisi matematica di base*

Proprietà globali delle funzioni continue, teoremi del valor medio e applicazioni, il calcolo degli integrali, equazioni differenziali ordinarie.

*10. Complementi di analisi matematica di base*

Successioni e serie di funzioni, serie di potenze e di Taylor, serie di Fourier, integrale di Lebesgue, elementi di teoria degli spazi di Hilbert.

**\* 7 CFU nel settore della PROBABILITA' E STATISTICA MATEMATICA**

*7. Probabilità e statistica elementari*

Primi rudimenti di calcolo delle probabilità e avviamento al metodo statistico, con l'uso del calcolatore. Natura e matematizzazione della probabilità. Eventi, numeri aleatori, valore atteso,

modelli probabilistici elementari. Statistica descrittiva, regressione, primi elementi di inferenza statistica.

**\* 7 CFU nel settore della FISICA MATEMATICA**

*21. Meccanica analitica*

Modelli matematici fondamentali della meccanica classica, sia nei loro aspetti teorici che in quelli applicativi. Principi variazionali, descrizione lagrangiana per sistemi di particelle e corpi rigidi, simmetrie e leggi di conservazione, applicazioni (ad es., problema di Keplero e sistemi di oscillatori), cenni al formalismo di Hamilton e di Hamilton-Jacobi.

**\* 7 CFU nel settore dell'ANALISI NUMERICA**

*9. Analisi numerica*

Corso di analisi numerica di base: analisi degli errori, interpolazione, integrazione numerica, risoluzione approssimata di equazioni e sistemi lineari, con particolare enfasi al laboratorio (matlab, fortran, ...). Cenni alle equazioni differenziali.

**\* 7 CFU scegliendo uno dei seguenti due insegnamenti**

*13. Teoria dei gruppi e sue applicazioni*

Struttura dei gruppi, in particolare finiti. Teoremi di Cauchy e Sylow. Applicazioni della teoria dei gruppi allo studio delle equazioni algebriche: teoria di Galois.

*11. Probabilità*

Sviluppo delle nozioni offerte in Probabilità e statistica elementari in modo da coprire gli argomenti classici della probabilità. Quadro della teoria e degli strumenti necessari per formalizzare una certa varietà di problemi. Sguardo non superficiale ad alcune importanti classi di processi aleatorii.

**\* 7 CFU scegliendo uno dei seguenti insegnamenti**

*20. Matematica discreta*

Teoria dei grafi e sue principali applicazioni. Elementi di combinatorica algebrica. Altri argomenti potrebbero essere svolti a seconda degli interessi degli studenti. Nell'ambito della teoria dei grafi, possibili sviluppi riguardano alberi, cicli e cocicli, connettività e teorema di Menger, grafi euleriani e hamiltoniani, grafi planari e cenno sulle colorazioni (teorema dei quattro colori), genere di un grafo.

*19. Fondamenti della matematica*

Il metodo assiomatico ed elementi di logica [concetti primitivi, assiomi, regole di definizione, regole di deduzione, problemi metateorici (coerenza, indipendenza, completezza, categoricità)]; una assiomatica della teoria degli insiemi (Zermelo–Fraenkel) fino ai concetti di relazione, funzione, sistema matematico; sistemi numerici standard (naturali, interi, razionali, reali e complessi) e problemi relativi (cardinalità, questioni di divisibilità, numeri primi e applicazioni, sistemi di numerazione); cenni alle geometrie non euclidee.

#### *16. Equazioni differenziali e sistemi dinamici*

Trattamento sistematico delle equazioni differenziali ordinarie e dei sistemi di equazioni, lineari e non lineari. Comportamento qualitativo delle soluzioni. Questioni di stabilità. Sistemi dinamici ed applicazioni.

#### *18. Finanza matematica*

Corso tenuto dai docenti di probabilità e statistica matematica con l'ausilio di ricercatori del settore di metodi matematici dell'economia e delle scienze attuariali e finanziarie. Il tentativo è quello di coinvolgere anche esperti di finanza e scienze bancarie provenienti dal mondo del lavoro.

#### *14. Biomatemática*

Applicazioni della matematica, dell'analisi numerica e dell'informatica ai sistemi complessi della biologia, della medicina, della chimica, delle scienze ambientali e naturali. Lo scopo del corso non è una presentazione sistematica di tecniche matematiche, quanto piuttosto, attraverso l'analisi di modelli reali, l'illustrazione di come la matematica può essere utilizzata.

**\* altri 21 CFU da scegliersi nei settori contemplati.**

In particolare, nel curriculum di **Matematica per le Applicazioni**, 14 di questi CFU sono fissati per altri due insegnamenti fondamentali: **7 CFU nel settore della FISICA MATEMATICA**

#### *22. Equazioni della fisica matematica*

Equazioni principali della Fisica Matematica, derivazione e significato fisico. Proprietà delle soluzioni e metodi di rappresentazione delle soluzioni.

**e 7 CFU nel settore dell'ANALISI NUMERICA**

#### *26. Modellistica numerica*

Utilizzo del calcolo numerico per la risoluzione di modelli matematici. Costruzione dei modelli e loro approssimazione. Campi di applicazione fra i più svariati, che comprendono la meccanica dei fluidi, le equazioni di Maxwell e la meccanica dei solidi.

**Per un totale di 91 CFU**

### **3) Formazione affine o integrativa**

In questo punto rientrano le attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi di quelli caratterizzanti, con particolare riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare, per cui sono interessati moltissimi settori. Fra gli esclusi, naturalmente ci sono quelli indicati fra i caratterizzanti.

La **formazione affine ed integrativa** ha lo scopo, in primo luogo, di portare lo studente a comprendere ed utilizzare descrizioni e modelli matematici nello studio dei fenomeni della fisica, della programmazione dei calcolatori, e delle scienze applicate in generale.

Al fine di fornire anche una formazione di tipo interdisciplinare, viene poi lasciata la più ampia possibilità di scelta dei relativi crediti tra i corsi di insegnamento che fanno capo alla Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali sia tra quelli impartiti presso altre Facoltà.

Nel corso di studio in Matematica la formazione affine o integrativa prevede:

- **11 CFU nell'area della FISICA**

Di questi, **4 CFU** riguardano la seconda parte dell'insegnamento di (cfr. anche il punto 1) relativo alla formazione di base)

*6. Meccanica e termodinamica*

Spazio e tempo. Sistemi di riferimento inerziali. Trasformazioni di coordinate di Galileo. I postulati della dinamica Newtoniana. Moto uniformemente accelerato e moto circolare uniforme. I due principi della termodinamica. Teoria cinetica dei gas. Statistica di Boltzmann. Equipartizione dell'energia. Calori specifici dei gas e dei solidi. Modello di Einstein per il calcolo del calore specifico dei solidi. L'entropia. Definizione statistica dell'entropia. La radiazione di corpo nero. Moti armonici semplici. Composizione di moti armonici. Le onde. Onde elastiche. Onde acustiche.

mentre **7 CFU** corrispondono all'insegnamento di

*17. Fenomeni elettromagnetici*

I fenomeni elettromagnetici nel vuoto, negli isolanti e nei conduttori vengono presentati partendo dalle equazioni di Maxwell e dall'espressione della forza di Lorentz. Questa impostazione permette una trattazione concettualmente unitaria dei fenomeni elettromagnetici. Sono poste in evidenza le connessioni con la meccanica da un lato (per quanto concerne la misura delle grandezze elettromagnetiche) e la fisica della struttura della materia dall'altro.

- \* **7 CFU nei settori dell'INFORMATICA**

*12. Programmazione*

Programmazione strutturata in un linguaggio ad alto livello, l'ANSI C; sviluppo di programmi per risolvere problemi di calcolo combinatorio o numerico e per gestire strutture dati semplici o di moderata complessità; supporto per lo sviluppo e l'esecuzione di programmi; brevi nozioni su compilatori, interpreti, compiler-compiler.

**Per un totale di 18 CFU**

#### **4) Altre attività formative**

In questo punto rientrano alcune attività già descritte al punto b). In particolare, la conoscenza della prima lingua straniera si considera insieme ad attività volte all'acquisizione di ulteriori conoscenze linguistiche e/o abilità informatiche e relazionali oppure a tirocini, reading courses, seminari, tutorati, ecc. Proposte di tirocini formativi presso aziende o strutture della Pubblica Amministrazione e soggiorni di studio presso altre Università, sia in Italia che all'estero, saranno particolarmente incoraggiate.

- \* **4 CFU per l'insegnamento di Lingua inglese**

\* **9 CFU per altre attività concordate e formalizzate con la CDRC**

**Per un totale di 13 CFU**

### **>>> Altri crediti da acquisire nell'ambito di 2), 3) o 4)**

Si permette allo studente di scegliere 2 insegnamenti da 7 crediti indifferentemente fra i caratterizzanti o gli affini e integrativi della lista di insegnamenti attivati, per un totale di **14 CFU**. Inoltre viene concessa la possibilità di acquisire altri **6 CFU** fra gli insegnamenti caratterizzanti oppure svolgendo attività del tipo descritto in 4).

**Per un totale di 20 CFU**

### **5) Attività formative a scelta dello studente**

Per le attività formative autonomamente scelte dallo studente sono previsti

\* **9 CFU**

**Per un totale di 9 CFU**

### **6) Valutazione finale**

Le attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio si quantificano in

\* **5 CFU**

**Per un totale di 5 CFU**

Il totale dei crediti che occorre acquisire all'interno di tutte le attività formative di cui sopra è naturalmente di **180 crediti**.

Vediamo ora di precisare eventuali **propedeuticità**. Riprendiamo la tabella degli insegnamenti e segnaliamo accanto ad ogni insegnamento gli eventuali numeri di quegli insegnamenti che sono propedeutici.

**Nome dell'insegnamento**

**Propedeutici**

1. Algebra
2. Algebra lineare
3. Concetti di analisi matematica di base

4. Strumenti informatici e matematici di base	
5. Geometria	1, 2, 3, 4 sdd
6. Meccanica e termodinamica	2, 3, 4 sdd
7. Probabilità e statistica elementari	2, 3, 4 sdd
8. Strumenti di analisi matematica di base	2, 3, 4 sdd
9. Analisi numerica	5, 8 sdd
10. Complementi di analisi matematica di base	5, 8 sdd
11. Probabilità	7, 8 sdd
12. Programmazione	4 sdd
13. Teoria dei gruppi e sue applicazioni	5 sdd
14. Biomatematca	*
15. Curve e superfici	5, 10 sdd
16. Equazioni differenziali e sistemi dinamici	*
17. Fenomeni elettromagnetici	6, 8 sdd
18. Finanza matematica	*
19. Fondamenti della matematica	*
20. Matematica discreta	*
21. Meccanica analitica	6, 8 sdd
22. Equazioni della fisica matematica	*
23. Informatica generale	*
24. Introduzione alla topologia algebrica	*
25. Matematiche complementari	*
26. Modellistica numerica	*
27. Teoria dei numeri	*
28. Teoria della misura e spazi di Lebesgue	*
29. Teoria delle probabilità	*
30. Variabile complessa e trasformate di Fourier	*
31. Crittografia	*
32. Fisica moderna	*
33. Geometria differenziale	*
34. Introduzione ai problemi per equazioni a derivate parziali	*
35. Matematiche elementari da un punto di vista superiore	*
36. Metodi di approssimazione	*
37. Rappresentazioni di gruppi e algebre	*
38. Statistica per le scienze sperimentali	*
39. Teoria dei sistemi dinamici	*

**Legenda esplicativa de i simboli usati:**

sdd = salvo dispensa del docente. Il docente principale, in situazioni particolari, può dispensare lo studente dall'aver superato un determinato esame di qualcuno fra gli insegnamenti propedeutici.

\* = eventuali propedeuticità verranno stabilite anno per anno dai docenti nella Guida dello Studente. Si consiglia, in ogni caso, di accedere a questo insegnamento dopo aver superato gli esami almeno degli insegnamenti 1-4 del primo semestre.

Dallo schema di cui sopra si deduce in particolare che ovviamente gli insegnamenti relativi alla formazione di base 1) non richiedono alcuna propedeuticità, mentre questi stessi insegnamenti sono

in generale propedeutici a quelli della formazione caratterizzante 2) e affine o integrativa 3). Per quanto riguarda 4) , l'insegnamento di Lingua inglese non richiede alcuna propedeuticità, mentre per le altre attività occorre valutare caso per caso, a seconda se queste attività necessitino o meno di competenze preliminari: in particolare, lo studente che vuole affrontare un tirocinio dovrà naturalmente aver già acquisito un buon numero di crediti formativi. Infine, per accedere alla prova finale in 6), lo studente dovrà aver già acquisito un numero di CFU maggiore o uguale a 175.

d) Curricula offerti agli studenti e regole di presentazione, ove necessario, dei piani individuali di studio.

I due curricula del corso di laurea in Matematica sono

**Matematica** e **Matematica per le Applicazioni.**

In futuro, i due curricula potranno divenire corsi di laurea autonomi. Le finalità dei due curricula e le possibilità offerte agli studenti interessati all'uno o all'altro sono già state evidenziate nel preambolo generale e all'interno del punto c). D'altra parte, siccome è nostra intenzione lasciare molta libertà allo studente nell'individuare il percorso che gli è più congeniale all'interno del nostro corso di laurea, proponiamo i seguenti piani di studio molto aperti che comunque avranno un'approvazione d'ufficio da parte del CCSM.

**Piano di studi in Matematica**

- 1) Formazione di base > insegnamenti 2, 3, 4 + prima parte di 6 = **24 CFU**
- 2) Formazione caratterizzante > insegnamenti 1, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 21  
     + 1 insegnamento a scelta fra 11 e 13  
     + 1 insegnamento a scelta tra 16, 19, 20  
     + altri 3 insegn. da scegliersi fra i C da 7 crediti della lista degli insegnamenti attivati = **91 CFU**
- 3) Formazione affine o integrativa > insegnamenti 6 (seconda parte), 12, 17 = **18 CFU**
- 4) Altre attività formative > insegnamento di lingua inglese nel settore L-LIN/12 (4 CFU)  
     + attività riconosciuta dalla CDRC per 9 CFU = **13 CFU**
- ? altri 2 insegnamenti da scegliersi fra gli A o i C da 7 crediti della lista degli insegn. attivati  
     + 1 insegn. fra i C da 6 crediti oppure attività riconosciuta dalla CDRC per 6 CFU = **20 CFU**
- 5) Attività formative a scelta dello studente >  
     attività scelta dallo studente e riconosciuta dalla CDRC in termini di 9 CFU  
     (Nota bene: un insegnamento al di fuori di quelli attivati dal corso di laurea potrebbe comportare un numero di CFU diverso da quello assegnato dalla struttura ospitante) = **9 CFU**
- 6) Valutazione finale > tesina scritta e discussa oralmente per 5 CFU = **5 CFU**

### Piano di studi in Matematica per le Applicazioni

- 1) Formazione di base >> insegnamenti 2, 3, 4 + prima parte di 6 = **24 CFU**
- 2) Formazione caratterizzante > insegnamenti 1, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 21, 22, 26  
+ 1 insegnamento a scelta fra 11 e 13  
+ 1 insegnamento a scelta tra 14, 16, 18  
+ 1 insegn. da scegliersi fra i C da 7 crediti della lista degli insegnamenti attivati = **91 CFU**
- 3) Formazione affine o integrativa > insegnamenti 6 (seconda parte), 12, 17 = **18 CFU**
- 4) Altre attività formative > insegnamento di lingua inglese nel settore L-LIN/12 (4 CFU)  
+ attività riconosciuta dalla CDRC per 9 CFU = **13 CFU**
- ? altri 2 insegnamenti da scegliersi fra gli A o i C da 7 crediti della lista degli insegn. attivati  
+ 1 insegn. fra i C da 6 crediti oppure attività riconosciuta dalla CDRC per 6 CFU = **20 CFU**
- 5) Attività formative a scelta dello studente >  
attività scelta dallo studente e riconosciuta dalla CDRC in termini di 9 CFU  
(Nota bene: un insegnamento al di fuori di quelli attivati dal corso di laurea potrebbe comportare un numero di CFU diverso da quello assegnato dalla struttura ospitante) = **9 CFU**
- 6) Valutazione finale > tesina scritta e discussa oralmente per 5 CFU = **5 CFU**

Una facile verifica mostra che in entrambi i piani il totale dei CFU previsti è esattamente 180.

Naturalmente altri percorsi sono possibili, all'interno di entrambi i curricula, specie se lo studente è interessato ad insegnamenti attivati al di fuori del corso di laurea, sia di valenza teorica che applicata. A questo proposito, è opportuno ricordare che il Collegio Ghislieri organizza annualmente un corso di Istituzioni di Logica tenuto presso il collegio stesso e rivolto anche agli studenti del nostro corso di laurea. Inoltre gli studenti del curriculum in Matematica per le Applicazioni potrebbero essere indirizzati a seguire insegnamenti tenuti presso le Facoltà di Scienze MM. FF. NN., Ingegneria, Economia, Medicina e Chirurgia. In tutti questi casi, lo studente è invitato a concordare con la CDRC un piano di studi alternativo che necessita della successiva approvazione da parte del CCSM.

I piani di studi consigliati, in uniformità con i decreti ministeriali, permettono allo studente a tempo pieno di conseguire, al termine del terzo anno, 180 crediti formativi. L'organizzazione della didattica in modo semestrale e la divisione degli insegnamenti per semestri già presentata nel punto a) dovrebbero permettere facilmente l'individuazione del percorso da seguire. L'insegnamento di Lingua inglese potrebbe essere seguito al primo anno di corso, così da completare il quadro dei 60 crediti. Nel secondo anno 4 o più CFU a scelta dello studente o concordati con la CDRC potrebbero compendiare l'analoga quota di 7 per 8 = 56 CFU data dagli insegnamenti. Infine, il terzo anno va strutturato includendo le altre attività formative di cui ai punti 4)–6).

A titolo esemplificativo, presentiamo comunque due possibili percorsi, uno per il curriculum in **Matematica** e l'altro per il curriculum in **Matematica per le Applicazioni**, entrambi in linea con i piani di studio consigliati.

#### Esempio di percorso nel curriculum in Matematica

**I anno:** insegnamenti 1, 2, 3, 4 al I semestre; insegnamenti 5, 6, 7, 8 al II semestre; insegnamento di Lingua inglese nel semestre o nel periodo programmato dalla Facoltà di Scienze MM. FF. NN.

**II anno:** insegnamenti 9, 10, 12, 13 al I semestre; insegnamenti 15, 17, 19, 21 al II semestre; reading course da 4 CFU concordato con la CDRC.

**III anno:** insegnamenti 11, 22, 28 al I semestre; insegnamenti 14, 31, 33 al II semestre; insegnamenti a scelta fuori corso di laurea per 9 CFU; attività esterna concordata con la CDRC per 5 CFU; prova finale per 5 CFU.

#### Esempio di percorso nel curriculum in Matematica per le Applicazioni

**I anno:** insegnamenti 1, 2, 3, 4 al I semestre; insegnamenti 5, 6, 7, 8 al II semestre; insegnamento di Lingua inglese nel semestre o nel periodo programmato dalla Facoltà di Scienze MM. FF. NN.

**II anno:** insegnamenti 9, 10, 11, 12 al I semestre; insegnamenti 14, 15, 17, 21 al II semestre; insegnamento fuori corso di laurea concordato con la CDRC per 6 CFU.

**III anno:** insegnamenti 22, 26 al I semestre; insegnamenti 16, 18, 38 al II semestre; tirocinio di orientamento presso aziende per 9 CFU; attività a scelta per 9 CFU; prova finale per 5 CFU.

In ogni caso si precisa che i piani di studio consigliati non prevedono una precisa scansione temporale degli insegnamenti e delle altre attività formative. In particolare, lo studente a tempo pieno che desideri impegnarsi per il conseguimento di un numero maggiore di 60 crediti per anno, può esprimere un'opzione all'atto dell'iscrizione e convenire con la CDRC un percorso autonomo che preveda, ad esempio, un numero maggiore di reading courses. In tal caso, è comunque opportuno che lo studente non acquisisca più di 80 CFU per anno e, se necessario, presenti un piano di studi individuale. Gli studenti a tempo parziale sono tenuti a dichiarare all'atto dell'iscrizione un numero minimo di CFU per cui si impegnano.

#### e) Tipologia delle forme didattiche, anche a distanza, degli esami e delle altre verifiche del profitto degli studenti

La didattica è organizzata su base semestrale. Ogni semestre comprende 12 settimane effettive di attività didattica. Gli insegnamenti attivati dal corso di laurea prevedono il riconoscimento di 7 o 6 CFU. Per gli insegnamenti che comportano l'acquisizione di 7 CFU sono previsti corsi di lezioni + esercitazioni per complessive 60 ore. Per gli insegnamenti che comportano l'acquisizione di 6 CFU, che sono pochi e in generale fruibili al terzo anno del corso di studio, sono previsti corsi di lezioni + esercitazioni per complessive 50 ore.

Il docente principale di ogni insegnamento, d'accordo con i docenti di supporto, valuterà il numero di ore da dedicare alle lezioni rispetto al numero di ore riservato a esercitazioni o seminari, in

funzione dei contenuti del programma, della difficoltà dell'argomento e della rispondenza della classe. Alle ore di lezione di ciascun insegnamento si affiancheranno momenti di chiarimenti e spiegazioni che potranno risultare particolarmente utili per studenti il cui livello di apprendimento presenti qualche carenza. Inoltre il docente principale potrà predisporre, durante il corso, opportuni momenti di verifica del grado di apprendimento degli studenti sugli argomenti del programma fino a quel momento svolto. Tali verifiche costituiranno parte integrante della valutazione finale.

L'esame finale potrà essere svolto sia in forma scritta che orale oppure potrà prevedere sia una prova scritta che un colloquio orale. L'esame potrà essere svolto anche seguendo modalità non standard che saranno opportunamente concordate dal docente con gli studenti: ad esempio, l'esame finale potrà prevedere un seminario tenuto dallo studente oppure un corso di recupero mirato svolto dal docente principale o dai suoi collaboratori oppure una prova svolta utilizzando strumenti informatici. In caso di modalità particolari di esame, è bene comunque che il docente ne dia esplicito avviso sulla Guida dello Studente.

f) Disposizioni sugli eventuali obblighi di frequenza, anche in riferimento alla condizione degli studenti non impegnati a tempo pieno.

In generale non si prevedono obblighi di frequenza per alcun corso, anche se la frequenza ai vari insegnamenti è particolarmente consigliata agli studenti a tempo pieno. Inoltre, nel caso in cui un certo insegnamento preveda l'utilizzo del laboratorio, eventualmente con turni strutturati, gli studenti sono invitati a frequentare rispettando le indicazioni del docente.

Con gli studenti a tempo parziale e gli studenti lavoratori, che siano impossibilitati a presenziare alle lezioni, i docenti sono tenuti a concordare opportuni programmi di studio e di lavoro alternativi alla frequenza ai corsi e a prevedere eventualmente diverse modalità d'esame.

g) Tipologie e quantità del riconoscimento di crediti acquisiti dallo studente in altro corso dell'Università degli Studi di Pavia, ovvero nello stesso o altro corso di altra Università italiana.

Il CCSM nominerà, entro il 1 ottobre di ogni anno, una Commissione Didattica di Riconoscimento Crediti (CDRC) che si occuperà in dettaglio di tutti i problemi legati alla definizione e al riconoscimento delle varie attività formative svolte dagli studenti e dei relativi crediti.

La CDRC starà in carica un anno ed il CCSM potrà rinnovare il mandato ai membri di tale commissione in modo da garantire una certa continuità di lavoro.

La CDRC sarà tenuta ad esprimersi su tutti i problemi legati al riconoscimento dei crediti. La Commissione presenterà poi al CCSM le proposte di deliberazione e ne chiederà l'approvazione formale.

La CDRC si occuperà anche del riconoscimento dei crediti acquisiti in altro corso dell'Università degli Studi di Pavia, o nello stesso o altro corso di altra Università italiana, con l'unico vincolo seguente: per gli insegnamenti del tradizionale Corso di Laurea in Matematica (vecchio ordinamento) del nostro ateneo o anche di altri corsi di laurea, in Matematica e non, di una qualunque Università italiana – insegnamenti per i quali lo studente ha superato l'esame – **non potranno essere riconosciuti più di 14 CFU per insegnamento.**

h) Forme di verifica di crediti acquisiti in altri corsi di studio o in altro Ateneo.

La CDRC si occuperà anche del riconoscimento dei crediti acquisiti in un corso di studi dell'Università degli Studi di Pavia o di altra Università italiana. Lo studente presenterà opportuna domanda di riconoscimento crediti, corredata di tutti i documenti e le informazioni utili sui contenuti e sulla quantità di lavoro svolto. Nel caso in cui le attività svolte dallo studente siano ben documentate, la CDRC proporrà il riconoscimento di un certo numero di crediti, numero che naturalmente potrà differire da quello chiesto dallo studente o acquisito in altra sede.

La CDRC potrà – in casi particolari – chiedere l'effettuazione di eventuali colloqui integrativi o opportuni programmi di studio, da concordarsi con specifici docenti, per il riconoscimento di crediti acquisiti in altri corsi di studio o in altro Ateneo.

i) Prove integrative di esami sostenuti su singoli insegnamenti qualora ne siano divenuti obsoleti i contenuti conoscitivi.

Non si prevedono di norma prove integrative sui singoli insegnamenti. Tuttavia la CDRC potrà richiederle in casi particolari, qualora ne ravvisi la necessità.

j) Tipologie e modalità di Tutorato.

Possono essere previste attività di tutorato come supporto agli insegnamenti impartiti nel corso di studio. I tutori possono essere dottorandi, borsisti, laureati o anche studenti regolari del terzo anno di corso del corso di laurea selezionati in base alle votazioni riportate negli esami di profitto. Le attività di tutorato si svolgono secondo modalità concordate dal tutore con il docente principale del corso. I tutori verranno selezionati in accordo alle norme del relativo regolamento d'Ateneo.

k) Modalità di individuazione per ogni attività, delle strutture o delle singole persone che ne assumono la responsabilità ivi compresa la responsabilità del corso di studi.

Viene costituito un Consiglio della Classe di Scienze Matematiche, che sarà in ultima analisi la struttura responsabile delle varie attività didattiche. La Presidenza del Consiglio della Classe sarà assunta, salvo diversa disposizione del S.A., dall'attuale Presidente del Consiglio di Corso di Laurea in Matematica, fino al termine del suo mandato.

Il CCSM nominerà annualmente una Commissione Didattica di Riconoscimento Crediti (CDRC) che avrà invece in prima istanza la responsabilità della definizione e del riconoscimento delle varie attività formative svolte dagli studenti e dei relativi crediti.