



# UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2018/2019

## BIOMATEMATICA

<b>Anno immatricolazione</b>	2017/2018
<b>Anno offerta</b>	2018/2019
<b>Normativa</b>	DM270
<b>SSD</b>	MAT/08 (ANALISI NUMERICA)
<b>Dipartimento</b>	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
<b>Corso di studio</b>	BIOINGEGNERIA
<b>Curriculum</b>	PERCORSO COMUNE
<b>Anno di corso</b>	2°
<b>Periodo didattico</b>	Primo Semestre (01/10/2018 - 18/01/2019)
<b>Crediti</b>	6
<b>Ore</b>	56 ore di attività frontale
<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano
<b>Tipo esame</b>	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
<b>Docente</b>	COLLI FRANZONE PIERO (titolare) - 6 CFU
<b>Prerequisiti</b>	I corsi di matematica della laurea triennale. Il corso di Sistemi dinamici: teoria e metodi numerici
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'insegnamento si propone di introdurre lo studente alla modellazione matematica e alla simulazione di alcuni principali processi metabolici e bioelettrici sia nervosi che cardiaci. Lo studente acquisirà la capacità di procedere alla formulazione di modelli bio-fisiologici complessi. Obiettivo del corso è di fornire gli strumenti concettuali e metodologici di tipo sia analitico che numerico in modo che lo studente acquisisca le competenze necessarie per affrontare l'analisi qualitativa e quantitativa di modelli complessi e l'interpretazione dei risultati della loro simulazione numerica.</p>
<b>Programma e contenuti</b>	Il corso si propone di introdurre lo studente ad alcune problematiche relative alla modellizzazione matematica e simulazione di fenomeni

fisiologici ( elettrofisiologia cellulare, fenomeni di reazione-diffusione, processi bioelettrici nervosi e cardiaci) fornendo gli strumenti concettuali e metodologici sia analitici che numerici.

Modelli della fisiologia cellulare:

Reazioni biochimiche, cinetica enzimatica, legge di Michaelis-Menten, approssimazione quasi-stazionaria, fenomeni cooperativi, effetti di attivazione, inibizione e di autocatalisi.

Elettrofisiologia cellulare:

Membrana cellulare: diffusione e trasporto attivo.

- Potenziale transmembranario, elettrodiffusione, potenziale di equilibrio di Nernst
- Dinamica delle correnti ioniche di membrana, modelli di canali ionici a subunità multiple, formalismo di Hodgkin-Huxley.
- Modelli con due variabili: analisi qualitativa: effetto soglia, eccitabilità e cicli limite.
- Modelli con due variabili: analisi qualitativa: effetto soglia, eccitabilità e cicli limite.
- Modello di FitzHugh-Nagumo.
- Modello di Hodgkin-Huxley per la descrizione del potenziale d'azione .
- Modello di Morris-Lecar.
- Utilizzo di XPPAUT per il tracciamento dei diagrammi di biforcazione: modello FHN, modello di Morris -Lecar, modelli di tipo attivatore-inibitori e di tipo biochimico.
- Modello di Hodgkin-Huxley: effetto threshold, effetto di refrattarità.
- Diagramma di biforcazione del Modello di Hodgkin-Huxley.

Introduzione ai sistemi di reazione-diffusione

Leggi di bilancio, equazione di diffusione. Termini reattivi, chemotattici e di trasporto. Condizioni iniziali ed al contorno. Cenni sull'

approssimazione numerica di problemi di evoluzione

Introduzione alla propagazione in mezzi eccitabili

Modello del cavo eccitabile: bidominio e monodominio. Accoppiamento cellulare: omogeneizzazione di un assemblaggio di cellule. Equazioni

bistabili e soluzioni di tipo traveling wave

Modelli matematici in elettrocardiologia

Modello macroscopico del tessuto cardiaco: mezzo eccitabile anisotropo con rapporti di anisotropia diversi per il mezzo intra ed extracellulare. Modello bidominio anisotropo per l'attività bioelettrica cardiaca.

- Stimolazione catodica e anodica del tessuto cardiaco: elettrodi di polarizzazione virtuale.
- Origine dell' eccitazione e formazione e struttura dei fronti di eccitazione cardiaca.
- Caratteristiche della sua propagazione e modello del moto del fronte di eccitazione.
- Struttura macroscopica delle sorgenti cardiache.
- Struttura del campo di potenziale extracellulare ed extracardiaco.
- Morfologia degli elettrogrammi e elettrocardiogrammi.

#### Metodi didattici

Lezioni (ore/anno in aula): 56

Esercitazioni (ore/anno in aula): 0

Attività pratiche (ore/anno in aula): 0

#### Testi di riferimento

F. Britton. Essential Mathematical Biology.. Springer-Verlag, Heidelberg,

2003. .

J.P. Keneer, J. Sneyd. Mathematical Physiology I: Cellular Physiology. Springer-Verlag, New York, 2009.

J.P. Keneer, J. Sneyd. Mathematical Physiology II: System Physiology. Springer-Verlag, New York, 2009.

Cabo C., Rosenbaum D. S.. Quantitative Cardiac Elctrophysiology. Marcel Dekker, Inc., newYork, 2002. Part one, chapters: 1,2,3,6..

**Modalità verifica  
apprendimento**

Commento e discussione dei risultati delle esercitazioni di laboratorio. e prova orale sugli argomenti del programma dettagliato del corso.

**Altre informazioni**

Commento e discussione dei risultati delle esercitazioni di laboratorio. e prova orale sugli argomenti del programma dettagliato del corso.

**Obiettivi Agenda 2030 per lo  
sviluppo sostenibile**

[\\$!bl legenda sviluppo sostenibile](#)