UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2019/2020

BIOMATEMATICA

Anno immatricolazione	2019/2020
Anno offerta	2019/2020
Normativa	DM270
SSD	MAT/08 (ANALISI NUMERICA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA 'FELICE CASORATI'
Corso di studio	MATEMATICA
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	1°
Periodo didattico	Primo Semestre (30/09/2019 - 10/01/2020)
Crediti	6
Ore	56 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	Italiano
Tipo esame	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
Docente	PAVARINO LUCA FRANCO (titolare) - 6 CFU
Prerequisiti	I corsi di matematica della laurea triennale + il corso di Sistemi dinamici: teoria e metodi numerici
Obiettivi formativi	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'ínterpretazione dei risultati della loro simulazione numerica.
Programma e contenuti	Il corso si propone di introdurre lo studente ad alcune problematiche relative alla modellizzazione matematica e simulazione di fenomeni fisiologoci (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 descizione 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 Hodgklin-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'attivita` bioelettrica cardiaca.
• Stimolazione catodica e anodica del tessuto cardiaco: elettrodi di polarizzazione virtuale.
• Origine dell' eccitazione e formazione e struttura dei fronte 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 in aula + laboratorio Matlab

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.
Modalità verifica apprendimento	Prova scritta
Altre informazioni	Prova scritta
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile