



Grado en Física 26949 - Física biológica

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 4, Semestre: 2, Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- **Fernando Faló Forniés** fff@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda haber cursado Biología, Física Computacional, Termodinámica y Física Estadística. Se recomienda la asistencia continua a las clases, así como la realización de los problemas propuestos periódicamente.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Las clases de teoría y de problemas se imparten a lo largo del segundo semestre (fechas pendientes de aprobación) del cuarto curso del Grado en Física.

Las clases prácticas se impartirán en sesiones de tarde.

Sesiones de evaluación: Las sesiones de evaluación mediante una prueba escrita global son las que el Decanato de la Facultad de Ciencias determina y publica cada año en su página web.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:** Estimar las escalas de las magnitudes físicas a nivel molecular y celular.
- 2:** Aplicar las ecuaciones relevantes del movimiento browniano (difusión) al problema del transporte dentro de la célula y otros problemas relacionados.
- 3:** Obtener las propiedades mecánicas y térmicas de biopolímeros (DNA, RNA y proteínas) y membranas.
- 4:** Obtener los mecanismos de interacción molecular en el interior de la célula.

5: Derivar las ecuaciones básicas para la transmisión de señales en neuronas.

6: Entender y plantear el funcionamiento de las redes de regulación genética, metabólicas y de control.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura está dirigida a los estudiantes del grado que quieran comprender y estudiar la física involucrada en los procesos biológicos a nivel celular. La asignatura adopta un aproximación multidisciplinar en la que los mecanismos biológicos son abordados desde distintos campos de la física: electromagnetismo, física de fluidos, física estadística etc. El alumno adquirirá conocimientos y competencias en un campo extraordinariamente activo en la investigación y docencia en las principales universidades del mundo.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La Física Biológica es el estudio de la física de los procesos biológicos. Muchos físicos (como Schrödinger, Delbrück o Crick) han participado en el desarrollo de los principios físicos por los que los seres vivos se desarrollan, se adaptan y crecen. La física biológica es una disciplina aplicada en el límite entre la física y la biología. La física ha contribuido, de manera decisiva en la comprensión de los fenómenos biológicos, tanto desde un punto de vista experimental como teórico. El estudio de la estructura y dinámica de biomoléculas (DNA, RNA y proteínas) es posible gracias a nuevas técnicas experimentales desarrolladas en departamentos de física y nanociencia. Por otra parte, los físicos están aprovechando sus capacidades de modelización para construir teorías para entender sistemas tan diversos como la estructura celular, las redes de neuronas, la fotosíntesis o la diferenciación celular. Los nuevos métodos de simulación permiten entender a nivel atómico y molecular las interacciones dentro de la célula. A nivel macroscópico, la biología de sistemas aprovecha la teoría de sistemas no lineales y redes para explicar la supervivencia de los seres vivos y su adaptación a su medio ambiente. Los fenómenos asociados a la vida aparecen, por tanto, como sistemas complejos con propiedades emergentes que sólo se pueden entender desde una aproximación interdisciplinar.

El objetivo fundamental de la asignatura es que el alumno adquiera un conocimiento global de los problemas que están en la frontera entre física y biología, adquiera habilidades para el trabajo y estudio multidisciplinar y se inicie en la lectura y comprensión de literatura científica reciente y de alto impacto.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura se imparte en el segundo semestre de 4o Curso del grado cuando el alumno ha adquirido los conocimientos básicos las disciplinas clásicas de la física: mecánica, electromagnetismo, física cuántica, termodinámica y física estadística. Es el momento para abordar una asignatura que compendia y utiliza herramientas de todas ellas. El alumno aplicará sus destrezas en el estudio de una disciplina que le obliga a adoptar una visión global de la física. En este aspecto la asignatura no sólo es interesante desde un punto de vista académico sino también desde la formación metodológica e integral del estudiante.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

1: Capacidad de trabajo y comunicación en un campo interdisciplinar.

2: Comprender la estructura de la célula como sistema físico complejo.

- 3:** Emplear los modelos físicos adecuados para explicar sistemas biológicos.
- 4:** Comprender los mecanismos para el movimiento de objetos a número de Reynolds bajo.
- 5:** Utilizar las técnicas de la física estadística en equilibrio y fuera del equilibrio en problemas biológicos
- 6:** Entender la relación entre estructura y función basándose en principios generales.
- 7:** Comprender y obtener las principales interacciones entre moléculas biológicas.
- 8:** Comprender los mecanismos de autoorganización de sistemas biológicos.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Tras cursar la asignatura el alumno el alumno habrá adquirido la capacidad de integrar los conocimientos de la física contemporánea en una disciplina distinta. Tendrá conciencia de la importancia de tener una formación científica global y de las dificultades de los estudios multidisciplinares. Por otra parte los conocimientos específicos adquiridos suponen un punto de partida para la profundización en estudios de postgrado (master y doctorado) específicos en biofísica, física médica o física de sistemas complejos.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1:** Evaluación continuada del aprendizaje del alumno mediante la resolución de problemas, cuestiones y otras actividades propuestas por el profesorado de la asignatura (40% de la nota final).
- 2:** Realización de dos pruebas teórico-prácticas a lo largo del curso (15% de la nota final cada una)
- 3:** Presentación de un informe y defensa de un trabajo. Una lista de trabajos será facilitada al principio del curso. El informe a presentar tendrá una extensión de unas 15 páginas. La defensa del trabajo consistirá en una exposición pública de 10 minutos más respuesta a las cuestiones planteadas (30% de la nota final).

El alumno podrá obtener el 100% de la calificación final de la asignatura a través de las actividades 1, 2, 3. Dicha calificación final será hecha pública al finalizar el periodo lectivo de la asignatura.

Superación de la asignatura mediante una prueba global única

Dicha prueba global consistirá en un examen escrito (70% de la nota final), la entrega del informe del trabajo realizado y la defensa pública del mismo (30% de la nota final).

Los alumnos que hayan superado la actividad 3 no tendrán obligación de entregar el informe del trabajo realizado ni de realizar la presentación del trabajo dentro de la prueba global única.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Lecciones magistrales: Presentan al alumno los contenidos teóricos básicos para la adquisición de las competencias. El desarrollo de la clase permite la discusión y la participación del alumno.

Realización de problemas en grupo: El alumno deberá resolver y exponer la solución (o las dificultades encontradas en el camino hacia ella) de los problemas planteados por los profesores. La asignatura permite que los problemas se planteen desde distintos puntos de vista y da lugar a la discusión.

Prácticas de Laboratorio y simulación: Permitirá al alumno comprobar y poner en práctica conocimientos adquiridos en las sesiones teóricas.

Realización de trabajos: El alumno adquirirá competencias en la búsqueda bibliográfica, en el estudio de un caso que integrará los conocimientos y técnicas adquiridos durante el curso.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

Trabajo presencial 2 ECTS distribuidos de la siguiente manera:

1A.- Clases magistrales participativas (1.2 ECTS). En estas clases se presentarán los siguientes contenidos:

I. INTRODUCCIÓN.

0.- Física y Biología. Motivación e Introducción histórica.

1.- Repaso de Biología Molecular y Celular. Moléculas biológicas: DNA, RNA y proteínas. Membranas.

II. MATEMÁTICAS y FÍSICA DE LA VIDA

2.- Las matemáticas de la Vida: probabilidades, leyes de la probabilidad, distribuciones. Aplicaciones a problemas biológicos.

3.- Física de la Vida (I): Caminatas aleatorias y difusión.

4.- Física de la Vida (II): Entropía, distribución de Boltzman. Ecuación Maestra. Ecuación de Fokker-Planck. Salto sobre una barrera.

5.- Física de la Vida(III): La vida a bajo número de Reynolds.

III. APLICACIONES.

6.- Propiedades del agua.

7.- Física de Biopolímeros.

8.- Fenómenos cooperativos.

- 9.- Fenómenos de autoorganización.
10. - Máquinas moleculares: enzimas y motores moleculares.
- 11.- Membranas.
- 12.- Física del sistema nervioso: neuronas y redes.
- 13.- Biología de sistemas. Redes de regulación genética.

Apéndice: Métodos de Simulación Numérica en Biomoléculas.

1B Clases de resolución de problemas en grupo (0.6 ECTS)

1C Prácticas de laboratorio y simulación (0.2 ECTS)

- 2:** Realización de un trabajo en el contexto de la asignatura 0.8 ECTS
- 3:** Estudio y trabajo no presencial por parte del alumno 2 ECTS
- 4:** Evaluación 0.2 ECTS

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de las sesiones presenciales será el establecido por la Facultad de Ciencias y será anunciado con anticipación.

Se programarán 4 horas semanales presenciales. Se prevé dedicar 3 horas a la semana para contenidos teóricos y 1 a resolución de problemas en grupo.

El calendario sesiones prácticas (1 práctica de laboratorio y un tutorial de simulación numérica) se determinará dependiendo del número de alumnos matriculados.

La presentación de trabajos se realizará en los últimos días del curso académico.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica

[1] *Physical Biology of the Cell*, Rob Phillips, Jane Kondev, Julie Theriot (Garland 2009).

[2] *Biological Physics: Energy, Information, Life*. P. Nelson. (Freeman 2004). Traducción al castellano *Física Biológica* de editorial Reverté (traducción de D. Jou)

[3] *Physics in Molecular Biology*. K Sneppen y G Zocchi. (Cambridge University Press 2005)

[4] *Molecular Driving Forces: Statistical Thermodynamics in Chemistry and Biology*, KA Dill y S Bromberg (Garland Science 2003).

[5] *Essential Cell Biology, 4 edition*, B Alberts et al. (Garland Science 2007).

Bibliografía Complementaria

[1]] *¿Qué es la Vida?* E Schrödinger (Tusquets 2009).

[2] *El Azar y la Necesidad: Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*, J Monod (Tusquets 2007).

[3] *Life's Ratchet: How Molecular Machines Extract Order from Chaos*, Peter M. Hoffmann Basics Books 2012

[4] *Las matemáticas de la vida*. Ian Stewart, Crítica 2011

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Dill, Ken A.. *Molecular driving forces : statistical thermodynamics in Chemistry and Biology* / Ken A. Dill, Sarina Bromberg, with de asistance of Dirk Stiger on the electrostatics chapters New York; London : Garland Science, 2002
- *Essential cell biology* / Bruce Alberts ... [et al.] . - 3rd ed. New York : Garland Science, cop. 2010
- Hoffmann, Peter M.. *Life's Ratchet: How Molecular Machines Extract Order from Chaos*. Perseus Books Group. 2012
- Monod, Jacques. *El azar y la necesidad : ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna* / Jacques Monod . - 5a. ed. Barcelona : Tusquets, 1993
- Nelson, Philip Charles. *Biological physics : energy, information, life* / Philip Nelson ; with the assistance of Marko Radosavljevic and Sarina Bromberg . - Update 1st ed., 2nd printing New York : W. H. Freeman, cop. 2008
- Nelson, Philip Charles. *Física biológica : energía, información, vida* / Philip Nelson ; con la colaboración de Marko Radosavljevic y Sarina Bromberg ; [versión española por David Jou Mirabent] Barcelona : Reverté, D.L. 2005
- Phillips, Rob. *Physical biology of the cell* / Rob Phillips, Jane Kondev, Julie Theriot ; illustrated by Nigel Orme ; with problems, solutions, and editorial assistance of Herman G. García . New York : Garland Science, cop. 2009
- Schrödinger, Erwin. *¿Qué es la vida?* / Erwin Schrödinger ; Traducción y notas de Ricardo Guerrero . - 7ª ed. Barcelona : Tusquets, 2008
- Sneppen, Kim. *Physics in molecular biology* / Kim Sneppen, Giovanni Zocchi Cambridge : Cambridge University Press, 2005
- Stewart, Ian. *Las matemáticas de la vida*. Critica. 2011