



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética
Código: 18218
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Biomembranas, transporte y bioenergética / Biomembranes, transport and bioenergetics

1.1. Código / Course number

18218

1.2. Materia / Content area

Bioquímica y Biología Molecular / Biochemistry and Molecular Biology

1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / Compulsory subject

1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

1.5. Curso/ Year

2º / 2nd

1.6. Semestre / Semester

2º / 2nd (Spring semester)

1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

1.8. Requisitos previos / Prerequisites



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética
Código: 18218
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

Es muy recomendable tener conocimientos adecuados de matemáticas, termodinámica, química, así como de la estructura celular y sus orgánulos. Asimismo es recomendable haber superado las asignaturas del primer curso: 18201 (química), 18202 (fundamentos de biología), 18204 (física), 18205 (matemáticas), y 18210 (fundamentos de bioquímica). Igualmente, es recomendable haber superado las asignaturas del primer semestre de segundo curso/ [Some previous knowledge of mathematics, thermodynamics, chemistry, and cellular structure and organelle organization is highly advisable. It is also advisable having successfully passed the matters \(first course\): 18201 \(chemistry\), 18202 \(fundamental biology\), 18204 \(physics\), 18205 \(mathematics\) and 18210 \(fundamental biochemistry\). Similarly, it is highly advisable to have successfully passed the matters corresponding to the first semester of this second academic year.](#)

Disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía de consulta / [Students must have a suitable level of English to read references in the language.](#)

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / [Minimum attendance requirement](#)

La asistencia a clases magistrales, problemas y seminarios es muy recomendable / [Attendance to lectures, problems sessions and seminars is quite advisable](#)

1.10. Datos del equipo docente / [Faculty data](#)

Docente(s) / [Lecturer\(s\)](#)
Departamento de / [Department of](#)
Facultad / [Faculty](#)
Despacho - Módulo / [Office - Module](#)
Teléfono / [Phone](#):
Correo electrónico/[Email](#):

Carmen Aragón Rueda, Coordinadora
Biología Molecular/[Molecular Biology](#)
Ciencias / [Sciences](#)
[CBMSO-lab 304](#)
CBMSO: 91 196 4632
caragon@cbm.csic.es
carmen.aragon@uam.es

Páginaweb/[Website](#):

http://www2.cbm.uam.es/mkfactory.esdomain/webs/CBMSO/plt_LineasInvestigacio

Horario de atención al alumnado/[Office hours](#): Previa cita por e-mail

1.11. Objetivos del curso / [Course objectives](#)

En los bloques de Biomembranas y Transporte, el alumno habrá adquirido conocimientos básicos sobre cómo la estructura de los fosfolípidos determina la formación de bicapas lipídicas en un entorno acuoso, las propiedades de las membranas biológicas, comprenderá los principios que rigen el transporte de sustancias a través de las membranas celulares, sabrá diferenciar, atendiendo a criterios bioenergéticos, los diferentes tipos de transporte y conocerá los mecanismos funcionales de transportadores y canales de membrana.



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética
Código: 18218
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

En el apartado de Bioenergética, el estudiante ha de comprender el trasiego de energía entre distintos procesos biológicos, ya sean reacciones químicas acopladas, transporte, reacciones redox, así como el acoplamiento y grado de intercambio entre estas energías para favorecer procesos como, en términos generales, pueden ser la función mitocondrial o del cloroplasto. Es de especial interés que el estudiante se familiarice con el entendimiento y uso de ecuaciones que describen todos estos procesos energéticos, sabiendo identificar para cada caso concreto cuál/cuáles aplican y la forma correcta de utilizarlas. Por último, es esencial que el estudiante entienda el proceso de transferencia de electrones en cadenas de transporte electrónico, a qué se debe, y en qué se usa la energía desprendida en algunos de estos procesos.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

El programa se articula en varios grandes bloques: Biomembranas, Fuerzas Motrices, Transporte, Cadena respiratoria y fosforilación oxidativa, ROS, Fotosíntesis, Transportadores Mitocondriales, y Patologías. Los temas a tratar se detallan a continuación:

BIOMEMBRANAS

TEMA 1. Composición y arquitectura de las membranas I. Estructura molecular de los lípidos de membrana, glicerofosfolípidos, esfingolípidos y glucoesfingolípidos, glucoglicerolípidos, colesterol. La bicapa lipídica como elemento estructural de las membranas: micela, bicapa, vesícula.

TEMA 2. Propiedades dinámicas de las membranas. Fluidez de membrana. Difusión “flip-flop” de los lípidos en la bicapa. Difusión lateral de lípidos y proteínas. Subdominios rafts: asociación de esfingolípidos y colesterol. La curvatura y fusión de membranas en procesos biológicos: proteínas SNARE

TEMA 3. Proteínas de membrana. Tipos de asociación de las proteínas a la membrana. Topología de las proteínas integrales de membrana: índice de hidropatía. Interacciones lípido-proteína. Asimetría estructural y funcional de las membranas.

FUERZAS MOTRICES

TEMA 4. Potenciales. Recordatorio de las leyes de la termodinámica. Tipos de sistemas de estudio en los que aplican. Funciones de estado. Adaptación de estas leyes a la complejidad de las células y procesos bioquímicos. Energía libre de Gibbs (y sus cambios en procesos biológicos). Potencial químico. Espontaneidad de procesos biológicos. Influencia de la temperatura. Cálculo de la energía libre de Gibbs en procesos. Compuestos ricos en energía. Almacenamiento de energía en enlaces químicos. Energía de compuestos y de soluciones complejas. Energías estándar, en condiciones no estándar, y aproximaciones en Bioquímica. Gasto energético en la generación y rotura de enlaces. Acoplamiento entre reacciones químicas. Cambios en energía libre en reacciones químicas y su relación con la constante de equilibrio de estas reacciones. Diversas formulaciones de estos fenómenos. Potencial de



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética
Código: 18218
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

transferencia de grupos, incluido el grupo fosfato. Ejemplos de fosforilación a nivel de sustrato, o de síntesis de ADN. Potencial de membrana. Generación potencial de equilibrio. Recordatorio a potencial de reposo en neurona. Potencial electroquímico. Su generación y acción como fuerza motriz de procesos bioquímicos. Potenciales de reducción (o redox). Introducción al transporte electrónico

TRANSPORTE

TEMA 5. Papel fisiológico del transporte. Clasificación bioenergética del transporte. Características cinéticas y termodinámicas. Difusión simple: Ley de Fick. Difusión facilitada (transporte pasivo): Transportadores de glucosa, intercambiador $\text{CO}_3\text{H}/\text{Cl}^-$.

TEMA 6. Canales de membrana. Acuoporinas: Estructura 3D y mecanismo. Canales iónicos operados por voltaje en membranas de células excitables: potenciales de reposo y de acción. Canales iónicos operados por ligando: neurotransmisión sináptica.

TEMA 7. Transporte activo primario. Clasificación: P-ATPasas (Na^+/K^+ -ATPasa, Ca^{2+} -ATPasas, H^+/K^+ -ATPasa), F- y V-ATPasas; familia ABC de transportadores: MDR (multi-drug resistance transporter), CFTR (regulador de la conductancia transmembrana de la *fibrosis cística*).

TEMA 8. Transporte activo secundario. Gradientes electroquímicos iónicos. Iones acoplantes. Transporte transepitelial de glucosa en células intestinales. Transportadores de células parietales y acidificación gástrica. Transporte de neurotransmisores.

TRANSPORTE ELECTRÓNICO (CADENA RESPIRATORIA) Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

TEMA 9. Transporte Electrónico. Transferencia de electrones entre moléculas. Principales transportadores/vehículos de electrones. NAD y nucleótidos de flavina. Determinación experimental de la secuencia de transportadores electrónicos en mitocondria. Características y métodos de estudio de los principales centros redox. Saltos energéticos entre distintos complejos. Descripción y funcionamiento de los complejos I-IV, así como de quinona y citocromo c. Uso de la energía liberada en el transporte electrónico para el bombeo de protones. Postulados acerca del mecanismo de bombeo de protones.

TEMA 10. Fosforilación oxidativa: Concepto de la teoría quimio-osmótica. Demostraciones experimentales de esta teoría. Métodos de estudio de los componentes de la función mitocondrial (p. ej., electrodo de oxígeno) y del gradiente electroquímico de protones. Analogías entre circuito eléctrico y función mitocondrial. Distinción entre fosforilación a nivel de sustrato y fosforilación oxidativa. Estructura y función de la protón-ATP-sintasa. Reversibilidad. Mecanismo rotatorio. Estequiometría bioquímica y “real” desde el punto de vista de electrones transportados, protones bombeados y ATPs sintetizados. Conceptos ADP/O ó P/O. Otros usos del gradiente electroquímico de protones.

Tema 11. Transporte mitocondrial. Transporte mitocondrial de cationes y aniones. Técnicas de estudio. Transportadores mitocondriales de metabolitos. Lanzaderas de NADH. Transporte mitocondrial de calcio.



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética
Código: 18218
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

TEMA 12. Especies reactivas del oxígeno (ROS). Producción mitocondrial de superóxido. Estrés oxidativo y defensas antioxidantes. Fugas de protones. Proteínas desacoplantes (UCPs). Óxido nítrico y respiración mitocondrial.

DINÁMICA MITOCONDRIAL

Tema 13. El DNA mitocondrial. Heteroplasmia y homoplasmia. Fusión y fisión mitocondrial: Drp-1, Fis1, Mfn 1/2, OPA1.

FOTOSÍNTESIS

Tema 14. Captación de luz por bacterias fotosintéticas y cloroplastos. Energética del proceso. Características de los compuestos captadores de luz. Antenas y centros primarios de reacción en bacterias y cloroplastos. Componentes redox y flujo de electrones dependiente de la luz. Fotosistemas bacterianos y de plantas verdes. Circuito de electrones y bombeo de protones en bacterias fotosintéticas y en cloroplastos. Gradiente electroquímico de protones en cloroplastos. Fotofosforilación. Formación de NADPH. Integración de dos fotosistemas de plantas verdes. Regulación.

CLASES DE PROBLEMAS

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Bioquímica. Conceptos esenciales

E. Feduchi, I. Blasco, Carlos S. Romero, E. Yáñez.
Editorial Médica Panamericana, 2011

Lehninger Principles of Biochemistry, (Sixth edition)

D.L. Nelson, M.M. Cox
W.H. Freeman and Company, 2013

Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level (Fourth edition)

Voet, D., Voet, J.G. y Pratt, C.W.
Wiley, 2012

Biochemistry (Seventh edition)

Berg, J.M., Tymoczko, J.L. y Stryer, L.
W.H. Freeman and Company, 2010

Bioquímica, (3ª edición)

C.K. Mathews, K.E. van Holde, K.G. Ahern
Addison Wesley, 2002



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética
Código: 18218
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

Molecular Cell Biology, (Seven edition)

H. Lodish, A. Berk, C. A. Kaiser, M. Krieger, A. Bretscher, H. Ploegh, A. Amon, M. P. Scott
W.H. Freeman and Company, 2012

BIBLIOGRAFIA ESPECIALIZADA:

Bioenergetics 4

Nicholls & Ferguson
Academic Press, 2013

2. Métodos docentes / Teaching methodology

ACTIVIDADES PRESENCIALES:

- Clase expositiva o magistral, en las que el profesor explicará con apoyo de presentaciones los conceptos básicos de la asignatura, siguiendo el programa anteriormente descrito, favoreciendo las preguntas e interacción con los estudiantes. Los materiales se proporcionarán en Moodle.
- Aprendizaje basado en problemas y Seminarios, en los cuales se promoverá la participación de los estudiantes en la discusión de temas concretos y resolución de problemas.
En alguna ocasión se podrá contar con la presencia de algún profesor invitado para casos muy concretos de seminarios de especial relevancia.
- Tutorías: A lo largo del semestre los estudiantes, previa cita por correo electrónico, podrán concertar una tutoría individual o en grupo para solución de dudas o tratar problemas puntuales.

ACTIVIDADES DE EVALUACION:

- Al final de cada bloque temático se podrá proponer una prueba corta con objeto de evaluar el grado de asimilación de los contenidos estudiados.
- Al final del semestre se llevará a cabo un examen final escrito, que podrá incluir problemas del estilo de los resueltos en clase.

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES:

Se estima que por cada semana de clase, el estudiante deberá utilizar unas 6 horas para asegurar el entendimiento y comprensión de los temas tratados, consulta de bibliografía, estudio previo de los temas de los seminarios, y resolución de problemas.



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética
Código: 18218
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	33 h (22%)	46 horas (30.7%)
	Tutorías programadas a lo largo del semestre	2 h (1,3%)	
	Seminarios y clases de problemas	5h (3.3%)	
	Realización de controles y del examen final	6 h (4%)	
No presencial	Estudio semanal (6hrs por 10 semanas)	66h (44%)	104 horas (69.3%)
	Preparación seminarios y clases de problemas	16h (10.6%)	
	Preparación de controles y del examen final	22 h (14.6%)	
Carga total de hora de trabajo: 25 hrs x ECTS			150 hrs

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

El sistema de evaluación en convocatoria ordinaria constará de un 70% de la nota basado en el examen final, un 20% basado en pruebas parciales y un 10% en la participación en problemas y seminarios. En la convocatoria extraordinaria los procedimientos, criterios de evaluación y porcentaje en la calificación final serán los mismos.

El alumno que no se presente al examen final será calificado como “no evaluado”

5. Cronograma* / **Course calendar**

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Biomembranas	3	Estudio



Asignatura: Biomembranas, Transporte y Bioenergética
Código: 18218
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Bioquímica
Nivel: Grado
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
2	Fuerzas motrices	3	Estudio
3-4	Transporte	7	Estudio Preparación problemas Estudio prueba parcial
5-6	Transporte electrónico y Fosforilación oxidativa	7	Estudio Preparación problemas
7-8	Transportadores mitocondriales	7	Estudio, preparación problemas Estudio prueba parcial
9	Especies reactivas del oxígeno y Dinámica mitocondrial	4	Estudio, preparación problemas y seminarios
10-11	Fotosíntesis, bioenergética cloroplasto	6	Estudio, preparación problemas y examen final

*Este cronograma tiene carácter orientativo.