

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Grado:</b>                 | <b>Biología</b>                                 |
| <b>Doble Grado:</b>           |   |
| <b>Asignatura:</b>            | <b>Termodinámica y Cinética Química</b>         |
| <b>Módulo:</b>                | <b>Química para las Biociencias Moleculares</b> |
| <b>Departamento:</b>          | <b>Sistemas Físicos, Químicos y Naturales</b>   |
| <b>Año académico:</b>         | <b>2010-2011</b>                                |
| <b>Semestre:</b>              | <b>1º semestre</b>                              |
| <b>Créditos totales:</b>      | <b>6</b>  |
| <b>Curso:</b>                 | <b>2º</b>                                       |
| <b>Carácter:</b>              | <b>Obligatoria</b>                              |
| <b>Lengua de impartición:</b> | <b>Español</b>                                  |

|   |           |            |
|---|-----------|------------|
| <b>Modelo de docencia:</b>                            | <b>B1</b> |            |
| <b>a. Enseñanzas Básicas (EB):</b>                    |           | <b>70%</b> |
| <b>b. Enseñanzas de Prácticas y Desarrollo (EPD):</b> |           | <b>30%</b> |
| <b>c. Actividades Dirigidas (AD):</b>                 |           |            |

## 2. EQUIPO DOCENTE

### 2.1. Responsable de la asignatura Juan Antonio Anta Montalvo

### 2.2. Profesores

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Nombre:</b>              | Juan Antonio Anta Montalvo                    |
| <b>Centro:</b>              | <b>Facultad de CC Experimentales</b>          |
| <b>Departamento:</b>        | <b>Sistemas Físicos, químicos y Naturales</b> |
| <b>Área:</b>                | <b>Química Física</b>                         |
| <b>Categoría:</b>           | <b>Titular de Universidad</b>                 |
| <b>Horario de tutorías:</b> | <b>Martes y Jueves de 13:00 a 16:00</b>       |
| <b>Número de despacho:</b>  | <b>Ed 22, tercera planta despacho 17</b>      |
| <b>E-mail:</b>              | <b>anta@upo.es</b>                            |
| <b>Teléfono:</b>            | <b>954349314</b>                              |

### 3. UBICACIÓN EN EL PLAN FORMATIVO

#### 3.1. Descripción de los objetivos

La Biotecnología consiste en el uso de organismos vivos o de compuestos obtenidos de organismos vivos para obtener productos de valor económico, sanitario o social para los humanos. Por este motivo el aprendizaje a nivel de Grado de la Biotecnología conlleva un dominio de conocimientos biológicos y químicos básicos que permitan a los estudiantes comprender los procesos tecnológicos en los que se utilizan organismos vivos.

En la Memoria para la solicitud de verificación del título de graduado en Biotecnología por la Universidad Pablo de Olavide se contemplan (entre otras) las siguientes competencias generales:

Comprender el método científico. Conocer, entender y aplicar las herramientas, técnicas y protocolos de experimentación en el laboratorio y adquirir las capacidades de observación e interpretación de los resultados obtenidos.

Adquirir las habilidades experimentales básicas adecuadas a cada una de las materias impartidas, mediante la descripción, cuantificación, análisis y evaluación crítica de los resultados experimentales obtenidos de forma autónoma.

Trabajar de forma adecuada en un laboratorio biológico, químico o bioquímico, conociendo y aplicando las normativas y técnicas relacionadas con seguridad e higiene, manipulación de animales de laboratorio y gestión de residuos.

Demostrar una correcta visión integrada del proceso de I+D+i y ser capaz de interrelacionar y conectar los ámbitos del conocimiento que engloba la biotecnología, desde los principios biológicos y fisicoquímicos a los nuevos conocimientos científicos, para el desarrollo de aplicaciones concretas y la introducción en el mercado de nuevos productos biotecnológicos de interés.

Por otro lado, la Memoria recoge las siguientes competencias específicas:

1. Conocer los Principios de la Termodinámica y su aplicación práctica al estudio termoquímico y termodinámico de una reacción y dominar el concepto termodinámico de equilibrio químico y de constante de equilibrio, así como saber identificar los factores de los que depende.

2. Conocer las características comunes de los procesos fisicoquímicos de transporte: difusión, ósmosis, electroforesis, etc...

3. Dominar el concepto de velocidad de reacción y constante de velocidad, así como saber identificar los factores de los que depende y saber describir las reacciones de transferencia protónica y electrónica y aplicar los conceptos termodinámicos a su comportamiento.

4. Conocer los principios básicos de la química de superficies y de los fenómenos de adsorción y aplicar los conceptos termodinámicos y cinéticos a su descripción.

El objetivo de la Asignatura de Termodinámica y Cinética Química, es el de desarrollar estas competencias y sentar las bases para el desarrollo del resto en asignaturas más avanzadas en los estudios del grado.

Esta asignatura desarrolla pues una serie de competencias generales y específicas que se contemplan de forma explícita en la Memoria de Grado y que son importantes para la formación integral de los graduados y graduadas en biotecnología. Los objetivos concretos de esta asignatura es que los estudiantes dominen los siguientes puntos:

Conocer el origen, el contenido y las implicaciones de los Principios de la Termodinámica.  
Dominar el concepto de potencial químico.  
Saber describir un Equilibrio de fases e interpretar un Diagrama de Fases.  
Entender la Termodinámica de las reacciones químicas y dominar el Cálculo termodinámico de constantes de equilibrio.  
Conocer las características fundamentales de la Termodinámica de biomoléculas en disolución.  
Conocer los Fenómenos fisicoquímicos de transporte: difusión, viscosidad y transporte de carga y de calor.  
Entender y dominar el formalismo cinético de las reacciones químicas: Ley de velocidad y ley integrada de velocidad.  
Entender un Mecanismo de reacción y como a partir de él deducir la Ley de velocidad: concepto de estado estacionario y de la etapa limitante.  
Entender los principios de la catálisis química y sus tipos: Catálisis homogénea, heterogénea y enzimática.  
Conocer los principales procesos interfaciales y de adsorción.  
Conocer los factores que determinan la estabilidad y agregación de macromoléculas y coloides.

### **3.2. Aportaciones al plan formativo**

La asignatura de Termodinámica y Cinética Química pertenece al módulo didáctico de Química para las biociencias moleculares perteneciente al bloque de Enseñanzas básicas. Esta asignatura beberá de muchos de los conocimientos adquiridos en la asignatura de Química General y servirá para proporcionar una base sólida para entender muchos de los sistemas bioquímicos en los que están basados la mayoría de los procesos biológicos y biotecnológicos. (Bioquímica, Ingeniería, Procesos básicos, etc...)

### **3.3. Recomendaciones o conocimientos previos requeridos**

Recomendación: Haber cursado química, física y matemáticas en ESO y las Asignaturas de Química General y Química Orgánica en el 1º curso del Grado en Biotecnología

## 4. COMPETENCIAS

### 4.1 Competencias de la Titulación que se desarrollan en la asignatura

La Biotecnología consiste en el uso de organismos vivos o de compuestos obtenidos de organismos vivos para obtener productos de valor económico, sanitario o social para los humanos. Por este motivo el aprendizaje a nivel de Grado de la Biotecnología conlleva un dominio de conocimientos biológicos y químicos básicos que permitan a los estudiantes comprender los procesos tecnológicos en los que se utilizan organismos vivos.

En la Memoria para la solicitud de verificación del título de graduado en Biotecnología por la Universidad Pablo de Olavide se contemplan (entre otras) las siguientes competencias generales:

- Comprender el método científico. Conocer, entender y aplicar las herramientas, técnicas y protocolos de experimentación en el laboratorio y adquirir las capacidades de observación e interpretación de los resultados obtenidos.
- Adquirir las habilidades experimentales básicas adecuadas a cada una de las materias impartidas, mediante la descripción, cuantificación, análisis y evaluación crítica de los resultados experimentales obtenidos de forma autónoma.
- Trabajar de forma adecuada en un laboratorio biológico, químico o bioquímico, conociendo y aplicando las normativas y técnicas relacionadas con seguridad e higiene, manipulación de animales de laboratorio y gestión de residuos.
- Demostrar una correcta visión integrada del proceso de I+D+i y ser capaz de interrelacionar y conectar los ámbitos del conocimiento que engloba la biotecnología, desde los principios biológicos y fisicoquímicos a los nuevos conocimientos científicos, para el desarrollo de aplicaciones concretas y la introducción en el mercado de nuevos productos biotecnológicos de interés

### 4.2. Competencias del Módulo que se desarrollan en la asignatura

Por otro lado, la Memoria recoge las siguientes competencias específicas:

1. Conocer el origen atómico-molecular de las propiedades de la materia, incluyendo las sustancias puras, las mezclas y las disoluciones.
2. Conocer los Principios de la Termodinámica y su aplicación práctica al estudio termoquímico y termodinámico de una reacción y dominar el concepto termodinámico de equilibrio químico y de constante de equilibrio, así como saber identificar los factores de los que depende.
3. Conocer las características comunes de los procesos fisicoquímicos de transporte: difusión, ósmosis, electroforesis, etc...
4. Dominar el concepto de velocidad de reacción y constante de velocidad, así como saber identificar los factores de los que depende y saber describir las reacciones de transferencia protónica y electrónica y aplicar los conceptos termodinámicos a su comportamiento.
5. Conocer los principios básicos de la química de superficies y de los fenómenos de adsorción y aplicar los conceptos termodinámicos y cinéticos a su descripción.
6. Conocer los principales grupos funcionales orgánicos y las principales reacciones de síntesis orgánica.
7. Conocer los principales tipos de isomería en compuestos orgánicos y las

principales técnicas de separación

8. Saber qué es un polímero, sus tipos y las principales reacciones de polimerización. Conocer los fundamentos de la síntesis de péptidos, oligonucleótidos y otros biopolímeros.
9. Conocer las bases de los métodos espectroscópicos para análisis químico cuantitativo y elucidación estructural de compuestos orgánicos.
10. Conocer los fundamentos de la Química Combinatoria.

### **4.3. Competencias particulares de la asignatura**

Los objetivos concretos de esta asignatura es que los estudiantes dominen los siguientes puntos:

Conocer el origen, el contenido y las implicaciones de los Principios de la Termodinámica.

Dominar el concepto de potencial químico.

Saber describir un Equilibrio de fases e interpretar un Diagrama de Fases.

Entender la Termodinámica de las reacciones químicas y dominar el Cálculo termodinámico de constantes de equilibrio.

Conocer las características fundamentales de la Termodinámica de biomoléculas en disolución.

Conocer los Fenómenos fisicoquímicos de transporte: difusión, viscosidad y transporte de carga y de calor.

Entender y dominar el formalismo cinético de las reacciones químicas: Ley de velocidad y ley integrada de velocidad.

Entender un Mecanismo de reacción y como a partir de él deducir la Ley de velocidad: concepto de estado estacionario y de la etapa limitante.

Entender los principios de la catálisis química y sus tipos: Catálisis homogénea, heterogénea y enzimática.

Conocer los principales procesos interfaciales y de adsorción.

Conocer los factores que determinan la estabilidad y agregación de macromoléculas y coloides.

## 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA (TEMARIO)

Para desarrollar los objetivos de la asignatura se plantea un programa de 6 temas distribuidos conforme a la tabla que se muestra más abajo. Cada tema tiene una distribución de horas de teoría (enseñanzas básicas) y de prácticas que va en función de su importancia relativa en el conjunto del programa. En lo que se refiere a las prácticas se contempla un conjunto de 4 prácticas de laboratorio de 3 horas y tres seminarios de problemas de 2 horas.

### Bloque A: Introducción y Termodinámica

|   | Contenidos   | Horas<br>EB | Horas<br>EPD   |
|---|--|-------------|--|
| <b>Tema 1:</b><br>Introducción  | Organización de la asignatura y conceptos generales  | 1           |  |
| <b>Tema 2:</b><br>Definiciones básicas y Primer Principio de la Termodinámica | Sistema, variable termodinámica y equilibrio termodinámico. Coeficientes de respuesta. Ecuaciones de Estado: de los gases ideales y del virial.<br>Calor y de Trabajo: Trabajo mecánico, eléctrico, de superficie, químico.<br>Equivalencia entre calor y trabajo.<br>Energía Interna y Primer Principio. Entalpía.  | 3           | <b>Seminario 1:</b><br><br><i>Resolución de problemas de los Temas 2 y 3</i><br><br>(2 horas)  |
| <b>Tema 3:</b><br>Segundo y Tercer Principio de la Termodinámica              | Espontaneidad y direccionalidad de los procesos fisicoquímicos. Entropía y Segundo Principio.<br><br>Ecuación fundamental de la Termodinámica.<br><br>Concepto de Potencial Termodinámico y Energía libre. Manejo de variables y derivadas termodinámicas.<br><br>Tercer Principio y Entropías Absolutas.<br><br>Bases microscópicas de la Termodinámica: Termodinámica Estadística. | 4           |  |
| <b>Tema 4:</b><br>Equilibrios Físicos y Transiciones de Fase.                 | La masa como variable termodinámica. Potencial Químico. Ecuación de Gibbs-Duhem. Relación entre actividad y potencial químico. Estados de referencia. Transiciones de Fase y Diagramas de Fase en sustancias puras. Ecuación de Clausius y de Clausius Clapeyron. Transiciones de fase en sistemas binarios. Leyes de Raoult y de Henry.   | 3           | <b>Práctica 1:</b><br><i>Variación de la Constante de Equilibrio con la Temperatura: Precipitación del hidróxido de Bario</i><br>(3 horas) |

|   |  |    |  |
|---|--|----|--|
|   |  |    | <p><b>Seminario 2:</b></p> <p><i>Resolución de problemas de los Temas 4 y 5</i></p> <p>(2 horas)</p> |
| <p><b>Tema 5:</b></p> <p>Equilibrio químico y constantes de equilibrio.</p> | <p>Cálculo de la variación de energía libre de una reacción química. Descripción del equilibrio químico. Definición de la constante de equilibrio. Factores que afectan al equilibrio químico.</p> | 3  |  |
|   | <b>TOTAL</b>   | 14 | 7  |

### Bloque B: Cinética y Sistemas Complejos

|   | Contenidos  | Horas<br>EB | Horas<br>EPD   |
|---|---|-------------|--|
| <p><b>Tema 6:</b></p> <p>Procesos de Transporte</p>     | <p>Introducción de la variable tiempo y concepto de gradiente termodinámico, flujo y ecuación de continuidad. Concepto de Difusión, viscosidad, conductividad térmica y conductividad eléctrica.</p>  | 3           | <p><b>Práctica 2:</b></p> <p><i>Cinética de la hidrólisis del acetato de metilo en medio ácido</i></p> <p>(3 horas)</p> <p><b>Seminario 3:</b></p> <p><i>Resolución de problemas de los Temas 6, 7 y 8</i></p> <p>(2 horas)</p> <p><b>Práctica 3:</b></p> <p><i>Estudio numérico de la cinética de una reacción enzimática</i></p> |
| <p><b>Tema 7:</b></p> <p>Cinética Química Formal</p>    | <p>Concepto de velocidad de reacción. Ley de velocidad y órdenes de reacción. Ecuación integrada de velocidad: reacciones de primer y de segundo orden. Concepto de tiempo de vida media.</p>   | 2           |  |
| <p><b>Tema 8:</b></p> <p>Cinética Química Molecular</p> | <p>Concepto de molecularidad y de mecanismo de reacción. Concepto de estado estacionario y de la Etapa Limitante. Influencia de la Temperatura y Ecuación de Arrhenius. Concepto de Catálisis. Tipos de Catálisis: Homogénea, heterogénea y enzimática. Mecanismo y Ecuación de Michaelis-Menten.</p> | 4           |  |

|  |  |    |  |
|--|--|----|--|
|  |  |    | (3 horas)  |
| <b>Tema 9:</b><br>Termodinámica de disoluciones y transferencia electrónica. | Iones en disolución. Ley de Debye-Hückel. Transporte iónico a través de membranas. Procesos de transferencia electrónica. Termodinámica de Macromoléculas en disolución. | 2  |  |
| <b>Tema 10:</b><br>Sistemas coloidales y estabilidad.                        | Sistemas Coloidales. Estabilidad y agregación de Macromoléculas y coloides.  | 2  | <b>Práctica 4:</b><br><i>Determinación del punto isoeléctrico de la Caseína</i><br><br>(3 horas) |
|  | <b>TOTAL</b>   | 13 | 11   |

## 6. METODOLOGÍA Y RECURSOS

Se impartirán enseñanzas básicas y prácticas y de desarrollo. El desarrollo será a través de prácticas y seminarios. Seminarios de 2 horas y prácticas de laboratorio de 3 horas. Para más detalle ver tabla en la guía docente ampliada que se entrega al alumno a través de webct

Se utilizarán transparencias, webct, seminarios, tutorías personalizadas, prácticas de laboratorio, portafolios. Se realizan exámenes y además se controla el trabajo del alumno para evaluación continuada. En la guía docente que se entrega al alumno en webct se presenta una matriz de especificaciones para planificar la asignatura, con las distintas entregas a realizar por el alumno, las rúbricas etc.

También se entrega al alumno por webct el diseño de una hoja de evaluación a través de la cual se evalúan las competencias.



## 7. EVALUACIÓN

Esta asignatura contiene 15 horas dedicadas a la evaluación. Se contemplan los siguientes exámenes y ejercicios de evaluación:

1. Examen final de EB + EPD: 2.5 horas (Periodo de Exámenes de Febrero)
2. Examen final de EB + EPD (recuperación): 2.5 horas (Periodo de Exámenes de Julio)
3. Problemas de seminario: 6 horas (3 entregas, antes de cada seminario)
4. Resolución comentada de un problema individual: 2 horas.
5. Evaluación por sesión de poster: 2 horas.

Se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El **examen final** consistirá en la resolución de un par de problemas , uno del bloque A y otro del Bloque B, y un par de preguntas relacionadas con las prácticas.
- La evaluación por **problemas de seminario** consistirá en la propuesta de 4-5 problemas comunes para todos los estudiantes. Estos problemas se entregarán resueltos de manera manuscrita antes de la realización del correspondiente seminario (antes del viernes de la semana anterior). Los problemas se resolverán durante el seminario así como las dudas surgidas.
- La evaluación por **resolución comentada de un problema individual** se realizará del siguiente modo: se propondrá una lista de 60 problemas de Termodinámica y Cinética Química y se asignará uno a cada estudiante por sorteo. El problema resuelto y comentado deberá ser entregado al profesor antes de la finalización del semestre.
- La evaluación por **sesión de poster** se realizará mediante la elaboración, por grupos de 3 personas asignadas por sorteo, de un poster relacionado con Cinética enzimática, Biomoléculas, Interfases, Sistemas coloidales y cualquier otro tema en el que se ilustre la aplicación de la Termodinámica y la Cinética a problemas biológicos, bioquímicos y biotecnológicos. Los 20 poster resultantes se expondrán públicamente en una sesión de 2 horas al final del semestre. La nota de poster resultará de la media de la nota de los profesores (50%) y la media de la nota de los demás estudiantes (50%).

La nota de la asignatura se extraerá a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{NOTA} = 0.5 \times \text{Examen Final} + 0.15 \times \text{Problemas Seminario} + 0.2 \times \text{Resolución problema} + 0.15 \times \text{Poster}$$

Para superar la asignatura es necesario conseguir al menos 5 puntos sobre 10 y un mínimo de 4 puntos sobre 10 en el examen final. Ello implica que es obligatorio presentarse al examen final para superar la asignatura. El resto de los elementos de evaluación son facultativos, pero la no realización de los mismos descuenta la parte proporcional de la nota total.

La asistencia a las sesiones de EPD (Seminarios y prácticas de laboratorio) es obligatoria. La ausencia en una práctica supone una reducción del 10% de la nota. La ausencia en un seminario supone una reducción del 5% de la nota de EPD. Se admite una sola ausencia sin reducción de nota si esta viene debidamente justificada con el correspondiente certificado médico legal.

## 8. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Con asterisco los que se encuentran en la biblioteca de la UPO:

### Teoría

- *Curso de Termodinámica\** A. Peris, Alhambra Universidad (2006)
- *Físicoquímica\**, P.W. Atkins y J. De Paula, 4th Edition, Oxford University Press (2003)
- *Termodinámica (I y II)\**, Y.A. Çengel y M.A. Boles, Ed. McGraw Hill, 2001
- *Termodinámica\**, Kenneth Wark, McGraw-Hill, D. L. 2003
- *Calor y termodinámica*, M.W. Zemansky y R.H. Dittman, Ed. McGraw-Hill, 1990.
- *Termodinámica Química y de los procesos irreversibles\**, Criado Sancho, Manuel Madrid [etc.] : Pearson Educación : Addison Wesley, 2004
- *Termodinámica Química\**, J. Rodríguez-Renuncio, Editorial Síntesis (2000)
- *Fundamentos de Cinética Química\**, S. R. Logan, Addison Wesley Publishing Company (2000).
- *Cinética Química para Sistemas Homogéneos (libro electrónico)\**, Jorge Ancheyta Juárez, Miguel ángel Valenzuela Zapata. Publicación México : Instituto Politécnico Nacional, 2002.
- *The elements of Physical Chemistry\**, P. Atkins, Oxford : Oxford University Press, 2001

- *Physical chemistry for the Life Sciences\**, P.W. Atkins y J. De Paula, Oxford : Oxford University Press, cop. 2006
- *Physical chemistry for the Biological Sciences\**, Gordon G. Hammes Publicación Hoboken, NJ : John Wiley, cop. 2007
- *Physical Chemistry. Principles and Applications in Biological Sciences*, Tinoco-Sauer Wang-Puglisi, 4th Edition, Prentice-Hall (2002)
- *Molecular Driving Forces.\** Ken a Dill y Sarina Bromberg. Garland Science

### **Problemas**

- *Problemas resueltos de termodinámica\**, María del Barrio Casado, Eduardo Bravo Guil, Francisco J. Lana, Pons, David O Pérez, Perez, et al. (Paraninfo), ISBN: 8497323491. ISBN-13: 9788497323499, 2005
- *Termodinámica: 100 problemas y ejercicios resueltos\**, Hubert Lumbroso, Barcelona Reverté, D.L. 2005
- *100 problemas de termodinámica\**, Julio Pellicer y José Antonio Manzanares. Alianza Editorial, 1996
- *Teoría y problemas de termodinámica*, M. M. Abbot, H. C. van Ness. McGraw-Hill, 1990.
- *Problemas de termodinámica\**, J.M. Lacalle, R. Nieto, M.C.Gonzalez. E.T..S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 1993
- *Termodinámica: 100 ejercicios y problemas resueltos*, Hubert Lumbroso. Ed. Reverté, 1979
- *Problemas de termodinámica y mecánica estadística*, J. Aguilar Peris, J. de la Rubia Pacheco, C. Fernandez Pineda. Ed. Saber, 1971
- *Problemas programados de termodinámica\**, E.Braun, E.T. Wait. Ed. Reverté, 1973