

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
1º	3	Optativa	Presencial	Español
MÓDULO		Docencia		
MATERIA		TERMODINÁMICA Y CALORIMETRÍA		
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO		Escuela Internacional de Posgrado		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE		Máster Universitario en Biotecnología		
CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA		Facultad de Ciencias		
PROFESORES⁽¹⁾				
Ana Isabel Azuaga Fortes				
DIRECCIÓN		Dpto. Química Física, 1ª planta-Bloque III, Facultad de Ciencias. Despacho nº 14; teléfono, 958 249366; correo electrónico, aiazuaga@ugr.es .		
TUTORÍAS		El que se encuentra publicado en el Directorio web de ugr.es (https://directorio.ugr.es/) para cada profesor/a.		
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS				
COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES				
<p>CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación</p> <p>CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio</p> <p>CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios</p> <p>CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades</p> <p>CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.</p>				

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/>)

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE1 - Identificar, diseñar, implementar e interpretar métodos Biotecnológicos;
CE3 - Manejar las tecnologías de la información para la adquisición, procesamiento y difusión de resultados en investigación;
CE4 - Emitir juicios en función de criterios y razonamiento crítico y aprender a reconocer los parámetros de calidad en investigación;
CE6 - Trabajar en equipo y abordar los problemas de una forma interdisciplinar
CE9 - Reconocer y adaptarse a la diversidad y multiculturalidad.
CE40 - Conocimiento sobre los conceptos y relaciones termodinámicas de la interacción macromolécula-ligando obtenidos por técnicas calorimétricas.

OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Los fundamentos termodinámicos y, en general, químicos necesarios para el estudio y comprensión de las técnicas y métodos calorimétricos.
- El análisis de la interacción entre una macromolécula y un ligando en función del número y clases de sitios de unión.
- Las interacciones no covalentes responsables del plegamiento de una macromolécula biológica y de su interacción con ligandos.
- La disección de las posibles contribuciones energéticas en los procesos de interacción obtenidas por CIT.
- Algunos de los posibles modelos para el análisis de datos calorimétricos.
- Los fundamentos de las técnicas calorimétricas de alta sensibilidad para muestras biológicas in vitro, Calorimetría Diferencial de Barrido (CDB) ("Differential Scanning Calorimetry, DSC") y Calorimetría Isotérmica de Titulación (CIT) ("Isothermal Titration Calorimetry, ITC").
- Las posibles aplicaciones de estas técnicas calorimétricas a sistemas de interés biológico, especialmente al estudio del plegamiento de proteínas y a las interacciones proteína-ligando, proteína-proteína, proteína-ADN, etc.
- Los principios de diseño e implementación de la CDB y la CIT. Las aproximaciones y limitaciones de ambas técnicas experimentales.
- Los métodos de análisis de los termogramas específicos de cada técnica calorimétrica para obtener la máxima información termodinámica posible.
- Analizar los resultados de CDB en términos de estabilidad de las proteínas estudiadas y los mecanismos moleculares que determinan su plegamiento.
- Analizar los resultados de ITC en términos de los mecanismos moleculares que determinan la energética de la interacción macromolécula-ligando o macromolécula-macromolécula.

El alumno será capaz de:

- Manejar con soltura los conceptos y relaciones termodinámicas necesarias en el curso.
- Analizar los datos de interacción macromolécula-ligando obtenidos por técnicas no calorimétricas.
- Correlacionar hasta cierto punto la relación entre funciones termodinámicas obtenidas por calorimetría con procesos y características a escala molecular.
- Diseñar conjuntos de experimentos de CDB y CIT que permitan obtener la máxima información termodinámica posible de los sistemas bajo estudio.
- Analizar los termogramas de CDB y CIT según diferentes modelos de plegamiento e interacción posibles.
- Determinar el modelo de plegamiento y/o interacción que mejor represente el comportamiento experimental observado.



BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

1. Calorimetría diferencial de barrido, ("DSC"). Aspectos Instrumentales. Diseño y principios de funcionamiento de los calorímetros de barrido DASM 1, DASM 4, MC2 y VP-DSC. Experimento calorimétrico. Preparación del experimento. Línea base instrumental. Barrido con la muestra de biopolímero. Calibrado y corrección dinámica.
2. Calorimetría diferencial de barrido, ("DSC"). Análisis de datos. Obtención de la capacidad calorífica molar parcial de la proteína. Análisis de los termogramas. Ajuste de las curvas de capacidad calorífica molar parcial con el modelo de equilibrio de dos estados y otros modelos de equilibrio.
3. Calorimetría Isotérmica de Titulación, ("ITC"). Aspectos Instrumentales. Diseño y principios de funcionamiento de calorímetros isotérmicos de titulación, prototipos e instrumentos comerciales. El experimento estándar en ITC, parámetros experimentales. Experimentos en casos de muy alta o muy baja afinidad de las especies que participan en la reacción de unión.
4. Calorimetría Isotérmica de Titulación, ("ITC"). Análisis de datos experimentales de estudios previamente realizados.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

Tema 1. Introducción : Repaso de conceptos

Calor. Unidades del calor. Capacidad calorífica. Propagación del calor. Termoelectricidad: Efecto termoeléctrico. Semeconductores. Calorimetría

Tema 2. Calorimetría diferencial de barrido, ("DSC"). Aspectos Instrumentales.

Diseño y principios de funcionamiento de los calorímetros de barrido DASM 1, DASM 4, MC2 y VP-DSC. Experimento calorimétrico. Preparación del experimento. Línea base instrumental. Barrido con la muestra de biopolímero. Calibrado y corrección dinámica.

Calorimetría diferencial de barrido, ("DSC"). Análisis de datos.

Obtención de la capacidad calorífica molar parcial de la proteína. Análisis de los termogramas. Ajuste de las curvas de capacidad calorífica molar parcial con el modelo de equilibrio de dos estados y otros modelos de equilibrio.

Tema 3. Calorimetría Isotérmica de Titulación, ("ITC"). Aspectos Instrumentales.

Diseño y principios de funcionamiento de calorímetros isotérmicos de titulación, prototipos e instrumentos comerciales. El experimento estándar en ITC, parámetros experimentales. Experimentos en casos de muy alta o muy baja afinidad de las especies que participan en la reacción de unión.

Calorimetría Isotérmica de Titulación, ("ITC"). Análisis de datos.

Formulación y análisis de datos para: La unión de un ligando a una macromolécula con n sitios idénticos e independientes. La unión de un ligando a una macromolécula con m clases de sitios no interaccionantes; cada clase del tipo n sitios idénticos e independientes. Casos sencillos de unión cooperativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Bach, D. y Chapman, D. (1980) "Biological Microcalorimetry" (Beezer, A.E., Ed.), pag. 265, Academic Press, London.
- Barón, C., González, J.F., Cortijo, M. y Mateo, P.L. (1989) J. Biol. Chem. 264, 12872-12878.
- Becktel, W.J. y Schellman, J.A. (1987) Biopolymers 26, 1859-1877.
- Brandts, J.F. (1964) J. AM. Chem. Soc. 86, 4291-4301.
- Chowdry y cole (1989) Trends in Biotechnology 7, 11-18.
- Conejero-Lara, F. y Mateo, P.L. (1996) Biochemistry 35, 3477-3486.
- Conejero-Lara, F., Mateo, P.L., Avilés, F.X. y Sánchez-Ruiz, J.M. (1991a) Biochemistry 30, 2067-2072.
- Conejero-Lara, F., Sánchez-Ruiz, J.M., Mateo, P.L., Burgos, F.J., Vendrell J. y Avilés, F.X. (1991b) Eur. J. Biochem. 200, 663-670.



- Cooper, A. y Johnson, C.M. (1994a) *Methods in Molecular Biology* 22, 109-124.
- Cooper, A. y Johnson, C.M. (1994b) *Methods in Molecular Biology* 22, 125-136.
- Creighton, T.E. (1986) *Methods Enzymol* 131: 156-172.
- Filimonov, V.V. y Rogov, V.V. (1996) *J. Mol. Biol.* 225, 767-777.
- Filimonov, V.V., Matveyev, S.V., Potekhin, S.A. y Privalov, P.L. (1982) *J. Mol. Biol.* 16, 551-562.
- Filimonov, V.V., Prieto, J., Martínez, J.C., Bruix, M., Mateo, P.L. y Serrano, L. (1993) *Biochemistry* 32, 12906-12921.
- Freire, E. (1995) in *Protein Stability and Folding* (Shirley, B., ed) Vol. 40, pp.191-218.
- Freire, E. (1995) *Methods Enzymol.* 259, 144-168.
- Freire, E., van Osdol, W.W., Mayorga, O.L. y Sanchez-Ruiz, J.M. (1990) *Annu. Rev. Biophys. Biophys. Chem.*, 19, 159-188.
- Friere, E. y Biltonen, R.L. (1978) *Biopolimers* 17, 463-479.
- Gill, S.C., Richey, B., Bishop, G. y Wyman, J. (1985) *Biophys. Chem.* 21, 1-14.
- Griko, Y.V. y Privalov, P.L. (1992) *Biochemistry* 31, 8810-8815.
- Griko, Y.V., Privalov, P.L., Sturtevant, J.M. y Venyamov, S.Y. (1988) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 85, 3343-3347.
- Griko, Y.V., Venyamov, S.Y. y Privalov, P.L. (1989) *FEBS Lett.* 244, 276-278.
- Jackson, S.E. y Fersht, A.R. (1991) *Biochemistry* 30, 10428-10435.
- Lechuga, T. (1986) Tesina de licenciatura, Universidad de Granada.
- López-Mayorga, O. y Freire, E. (1987) *Biophys. Chem.* 87, 87-96.
- López-Mayorga, O. (1983) Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- Mabrey, S. y Sturtevant, J.M. (1978) *Methods Membr. Biol.* 9, 237.
- Makhatadze, G.I. y Privalov, P.L. (1990) *J. Mol. Biol.* 213, 375-384.
- Mateo, P.L. (1984) "Thermochemistry and its applications to chemical and Biochemical Systems" (Ribeiro de silva, M.A.V., Ed), pag. 541. Reidel, Holland.
- Mateo, P.L., Barón, C., López-Mayorga, O., Jiménez, J.S. y Cortijo, M. (1984) *J. Biol. Chem.* 259, 9384-9389.
- Mateo, P.L., González, J.F., Barón, C., López-Mayorga, O. y Cortijo, M. (1986) *J. Biol. Chem.* 261, 17067-17072.
- Montgomery, D., Jordan, R., McMacken, R. y Freire, E. (1993) *J. Mol. Biol.* 232, 680-692.
- Privalov, G., Kavina, V., Freire, E. y Privalov, P.L. (1995) *Anal Biochem* 232, 79-85.
- Privalov, P.L. y Filimonov, V.V. (1978) *J. Mol. Biol.* 122, 447.
- Privalov, P.L. y Khechinashvili, N.N. (1974) *J. Mol. Biol.* 86, 665-684.
- Privalov, P.L. y Makhatadze, G.I. (1990) *J. Mol. Biol.* 213, 385-391
- Privalov, P.L. y Potekhin, S.A. (1986) *Methods Enzymol.* 131, 4-51.
- Privalov, P.L. (1979) *Adv. Prot. Chem.* 33, 167-241.
- Privalov, P.L. (1980) *Pure Appl. Chem.* 52, 479-497.
- Privalov, P.L. (1982) *Adv. Prot. Chem.* 35, 1-104.
- Privalov, P.L. (1989) *Annu. Rev. Biophys. Biophys. Chem.* 18, 47-69.
- Privalov, P.L., Tiktopoulo, E.I., Venyaminov, S.Yu., Griko, Y.V., Makhatadze, G.I. y Khechinashvili, N.N. (1989) *J.*

ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

<https://www.affinimeter.com/site/>
<https://www.malvernpanalytical.com>
<https://www.tainstruments.com>

METODOLOGÍA DOCENTE

1º Las lecciones consistirán en una síntesis que el profesor hará del contenido de las notas y apuntes, incluyendo información sobre recursos que se ofrecen en la web acerca de cada uno de los temas tratados.

2º Las clases de ejercicios de cálculo y análisis de datos supondrán alrededor de un 50 % de las clases presenciales.



3º Seminarios para resolver dudas y formación complementaria.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

CONVOCATORIA ORDINARIA

La evaluación se realiza mediante controles basados en:

- Calificación de ejercicios de cálculo propuestos individualmente o por grupos, sobre cuya resolución trabajarán los alumnos en sus horas de estudio. Competencias evaluadas: CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CE1, CE3, CE4, CE6, CE9, CE40
- Un examen final, si se considerara necesario en caso de problemas de asistencia. El examen consistirá en ejercicios de razonamiento, cálculos y análisis de datos. Competencias evaluadas: CE1, CB9, CB10, CB7.

La calificación final responde al siguiente baremo:

PRESENCIALIDAD 30%

ENTREGA DE EJERCICIOS Y ACTIVIDADES VARIAS 70%

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

Examen presencial teórico/problemas que representará el 100% de la nota

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA *NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA*

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

Examen presencial teórico/problemas que representará el 100% de la nota

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

El que se encuentra publicado en el Directorio web de ugr.es (<https://directorio.ugr.es/>) para cada profesor/a.

- Google meet, previa cita con el alumno, correo institucional.



MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- La Teoría de la asignatura se dará de forma sincrónica/asincrónica mediante la herramienta Google meet en la franja horaria establecida para tal fin o cualquier otra aplicación que en su momento recomiende la UGR.
- La resolución de Ejercicios planteados se hará de forma presencial en el caso que esto sea posible guardando la distancias de seguridad sanitaria

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

CONVOCATORIA ORDINARIA

La evaluación se realiza mediante controles basados en:

- Calificación de ejercicios de cálculo propuestos individualmente o por grupos, sobre cuya resolución trabajarán los alumnos en sus horas de estudio. Competencias evaluadas: CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CE1, CE3, CE4, CE6, CE9, CE40
- Un examen final, si se considerara necesario en caso de problemas de asistencia. El examen consistirá en ejercicios de razonamiento, cálculos y análisis de datos. Competencias evaluadas: CE1, CB9, CB10, CB7.

La calificación final responde al siguiente baremo:

PRESENCIALIDAD 30%

ENTREGA DE EJERCICIOS Y ACTIVIDADES VARIAS 70% via plataforma PRADO

Convocatoria Extraordinaria

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

Examen presencial teórico/problemas que representará el 100% de la nota y que en caso de no poder ser realizada de manera presencial, se realizará a través de la plataforma virtual recomendada en su caso por la UGR.

Evaluación Única Final

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

Examen presencial teórico/problemas que representará el 100% de la nota y que en caso de no poder ser realizada de manera presencial, se realizará a través de la plataforma virtual recomendada en su caso por la UGR.

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL



HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
El que se encuentra publicado en el Directorio web de ugr.es (https://directorio.ugr.es/) para cada profesor/a.	Google meet, previa cita con el alumno, correo institucional.
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE	
<ul style="list-style-type: none"> • La Teoría de la asignatura se dará de forma sincrónica/asincrónica mediante la herramienta Google meet en la franja horaria establecida para tal fin o cualquier otra aplicación que en su momento recomiende la UGR. • La resolución de Ejercicios planteados se hará de manera virtual a través de la herramienta Google meet o cualquier otra aplicación recomendada por la UGR 	
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)	
Convocatoria Ordinaria	
<p>CONVOCATORIA ORDINARIA La evaluación se realiza mediante controles basados en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calificación de ejercicios de cálculo propuestos individualmente o por grupos, sobre cuya resolución trabajarán los alumnos en sus horas de estudio. Competencias evaluadas: CB6, CB7, CB8, CB9, CB10, CE1, CE3, CE4, CE6, CE9, CE40. 60% de la nota final - Un examen final. El examen consistirá en ejercicios de razonamiento, cálculos y análisis de datos. Competencias evaluadas: CE1, CB9, CB10, CB7. 40% de la nota final <p>Toda la evaluación se realizará a través de plataforma PRADO</p>	
Convocatoria Extraordinaria	
<p>El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.</p> <p>Examen teórico/problemas que representará el 100% de la nota y que se realizará a través de la plataforma virtual recomendada en su caso por la UGR.</p>	
Evaluación Única Final	
<p>El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.</p> <p>Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.</p> <p>Examen teórico/problemas que representará el 100% de la nota y que se realizará a través de la plataforma virtual recomendada en su caso por la UGR.</p>	

