

DATOS DE LA ASIGNATURA							
Titulación:	GEOLOGÍA				Plan:	2000	
Asignatura:	Termodinámica de los Procesos Geológicos			Código:	500000014		
Créditos Totales LRU:	6		Teóricos:	4	Prácticos:	2	
Créditos Totales ECTS	6.2		Teóricos:	4.1	Prácticos:	2.1	
Descriptores (BOE):	TERMODINÁMICA EN (DEL) EQUILIBRIO EN PROCESOS GEOLÓGICOS						
Departamento:	GEOLOGÍA	Área de Conocimiento:			PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA		
Tipo: (troncal/obligatoria/optativa)	OBLIGATORIA	Curso:	2	Cuatrimestre:	1	Ciclo:	1

PROFESOR/ES		E-mail	Ubicación	Teléfono
Responsable:	Ignacio Moreno-Ventas Bravo	bravo@uhu.es	P.3 N 1-1 FFCC	959219817
Otros:				
Dirección página WEB de la asignatura				

DOCENCIA EN EL CURSO 2008-2009	
Contexto de la asignatura	<p><u>Encaadre en el Plan de Estudios</u></p> <p>La asignatura de "Termodinámica de Procesos Geológicos" aporta los conocimientos básicos para comprender los planteamientos y enfoque de tanto la Petrología moderna como los de la Geoquímica, Mineralogénesis, Procesos de Alteración, Diagénesis y en general de todos aquellos procesos que impliquen desarrollo de nuevas fases sean éstas fluidos supercríticos, fundidos silicatados o fases minerales. Por esta razón, ésta asignatura constituye uno de los pilares básicos en los estudios de Geología Moderna (centrada en la comprensión de los fenómenos desde un punto de vista físico-químico y no sólo descriptivo).</p> <p><u>Repercusión en el perfil profesional</u></p> <p>La actividad profesional requiere planteamientos cuantitativos muchos de los cuales descansan sobre un marco termodinámico (p. ej.: las estimaciones termobarométricas, el estudio mineralogénico de los yacimientos minerales).</p>

<p>Objetivo General de la Asignatura:</p>	<p>Los principales objetivos de esta asignatura son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mostrar los procesos geológicos a la microescala como procesos de reajuste de componentes en nuevas fases. -Desarrollar los conceptos básicos que condicionan este reajuste. -Mostrar las diferencias y semejanzas entre la composición (determinable analíticamente) y la actividad (calculable según modelos). -Definir y analizar los fundamentos del equilibrio entre fases cuando una de ellas es un fundido silicatado. -Definir y analizar los fundamentos del equilibrio entre fases minerales soluciones sólidas. -Definir y analizar los fundamentos del equilibrio entre fases minerales y fluidos metamórficos. --Definir y analizar los fundamentos del análisis gráfico de fases en los procesos metamórficos. - Desarrollar el análisis termodinámico de sistemas con aplicaciones a los diagramas P-T (con especial interés en el entorno de los puntos invariantes). - Desarrollar los fundamentos termodinámicos de la termobarometría. - Desarrollar el estudio cuantitativo práctico de todos los puntos mencionados. <p>Dado que se trata de una Asignatura cuatrimestral de 6 créditos, existe una limitación evidente de tiempo, lo que ha obligado a seleccionar los contenidos de los temas a estudiar.</p>
<p>Competencias y destrezas teórico-prácticas a adquirir por el alumno:</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Capacidad de analizar procesos desde un planteamiento termodinámico. -Capacidad de realizar cálculos efectivos de cálculo numérico y simbólico en el entorno del MathematicaTM. -Capacidad de analizar problemas relacionados con la estabilidad, capacidad reactiva y tendencia de sistemas de fases relevantes en el contexto mantélico y litosférico. -Capacidad de utilizar programas profesionales basados en la aplicación del análisis termodinámico (TWOQ, MELTS, THERMOCALC).
<p>Contribución al desarrollo de habilidades y destrezas Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de organización de su trabajo en la asignatura. • Capacidad de crítica y autocrítica en la obtención, análisis y en su caso presentación de la información científica teórica y práctica. • Capacidad de análisis. • Capacidad de cálculo. • Trabajo en equipo. • Desarrollo de un enfoque cuantitativo de la Geología (Compaginando con y no excluyente de, otros planteamientos y métodos de trabajo propios de la Geología.
<p>Prerrequisitos:</p>	<p>Fundamentos de Cálculo, Álgebra, Química, Física y Geología.</p>
<p>Recomendaciones</p>	<p>Haber aprobado los cursos correspondientes a "prerrequisitos" en COU y primer curso de la Licenciatura de Geología.</p>

<p>Bloques Temáticos:</p>	<p>BT1.- Fundamentos de Geoquímica Termodinámica BT2.- Termodinámica de las Soluciones sólidas. BT3.- Fundamentos de la Termobarometría. BT4.- Diagramas P-T: Método de Schreinemaker BT5.- Equilibrios de fases en fundidos silicatados anhidros e hidratados. BT6.- Reacciones que implican una fase fluida. BT7.- Reacciones entre soluciones sólidas.</p>
<p>Competencias a adquirir por Bloques Temáticos</p>	<p>BT1.- Capacidad de analizar el estado de equilibrio y la tendencia de sistemas de fases.</p> <p>BT2.- Capacidad de calcular la estabilidad y procesos de desmezcla de las Soluciones Sólidas (la mayor parte de las fases silicatadas formadoras de rocas pertenecen a algún sistema de solución sólida).</p> <p>BT3.- Capacidad de entender, analizar y evaluar las reacciones termobarométricas con aplicaciones en el campo de la Petrología Ígnea y Metamórfica.</p> <p>BT4.- Construcción de diagramas P-T para sistemas de relevancia en el contexto de los procesos corticales y mantélicos. Aplicación del Método de Schreinemakers a las reacciones entre fases silicatadas (con y sin fluidos).</p> <p>BT5.- Capacidad para calcular la estabilidad de fases en sistemas silicatados que implican la existencia de fundidos (procesos de fusión, cristalización, saturación. Cálculo de la solubilidad de agua en fundidos silicatados).</p> <p>BT6.- Capacidad de evaluar las condiciones P-T-X del metamorfismo desde la facies de esquistos verdes hasta el inicio de la fusión parcial.</p> <p>BT7.- Capacidad de estimar las condiciones P-T de las reacciones "ocultas" tras las reacciones univariantes.</p> <p>Del conjunto de los bloques temáticos se extrae un marco teórico (y una cierta capacidad de cálculo) para evaluar los equilibrios entre fases silicatadas minerales, fundidos y fluidos en la corteza y el manto.</p>

<p>Temario Teórico y Planificación Temporal:</p>	<p>Primer cuarto del cuatrimestre (1CC): Introducción a la termodinámica: Energía térmica; Energía mecánica; Concepto de sistema; Sistemas aislados, abiertos, cerrados; Procesos de expansión-compresión; Procesos reversibles/irreversibles; Diferencias entre el trabajo de expansión y el de compresión en procesos irreversibles; Primera Ley de la Termodinámica; Entalpía; Segunda Ley de la Termodinámica; Entropía; Tercera Ley de la Termodinámica; Ecuación de Gibbs: potenciales termodinámicos; Energía libre de formación a cualquier presión y temperatura Energía Libre: Factores intensivos/extensivos de la energía; Ley Cero de la Termodinámica; Superficie de Energía Libre en el espacio G-P-T; Expresión del volumen molar y la entropía molar en el espacio G-P-T; Intersección de las superficies de Energía Libre de dos fases distintas en el espacio G-P-T; Ecuación de Clapeyron La superficie P-T: Método de proyección de líneas en diagramas P-T Reglas de Schreinemakers: Concepto de línea univariante; Concepto de estabilidad/metaestabilidad; Concepto de energía de activación; Parte metaestable de una línea univariante; Concepto de punto invariante; Sector de estabilidad de una fase; Cruce de curvas de energía libre en los planos G-P y G-T; Sistemas multicomponentes; Sistemas degenerados</p> <hr/> <p>Segundo cuarto del cuatrimestre (2CC): Termodinámica de las soluciones: Componentes conservativos y no-conservativos de una solución; Energía Libre de las soluciones; Concepto de Potencial Químico; Ecuación de Gibbs-Duhem; Energía Libre de las soluciones ideales: a) Energía Libre de Mezcla; b) Entropía Configuracional; Energía Libre de las soluciones no-ideales: a) Concepto de actividad; b) Ley de Henry; Criterios de estabilidad de las soluciones en los planos G-T, G-P, G-X y -X; Soluciones no-ideales. Modelo de Solución Regular: a) Energía Libre de Exceso; b) Energía de Intercambio; c) Modelo de Solución Regular Simétrica/Asimétrica; d) Parámetros de Margule; Desmezcla de las soluciones no-ideales: a) Temperatura crítica; b) Temperatura binodal; c) Solvus; d) Espinoda; Constante de Equilibrio de una reacción: a) Geotermometría; b) Geobarometría Diagramas de fases: Desarrollo de la Ecuación Crioscópica para sistemas binarios; Regla de la palanca; Sistemas binarios simples sin solución sólida; Regla de las fases; Sistemas binarios con componentes binarios; Sistemas binarios con inmiscibilidad líquida; Sistemas binarios complejos sin solución sólida; Sistemas binarios con solución sólida completa; Polimorfismo en las soluciones sólidas binarias; Sistemas binarios con solución sólida parcial; Sistemas binarios con liquidus que pasan por un mínimo; Sistemas ternarios; Sistemas ternarios simples con fases que funden congruentemente; Sistemas ternarios con fases binarias que funden congruentemente; Sistemas ternarios con una fase binaria que funde incongruentemente; Sistemas ternarios con inmiscibilidad líquida; Sistemas ternarios con una solución sólida binaria sin un mínimo; Sistemas ternarios con una solución sólida binaria con un mínimo; Sistemas ternarios con más de una serie de solución sólida; Sistemas cuaternarios Efecto de los volátiles en el equilibrio de los fundidos: Constantes de equilibrio en reacciones entre volátiles; Modelo de Burnham de solubilidad de agua en fundidos silicatados; Análisis termodinámico del efecto del agua/CO₂ en la fusión/cristalización de sistemas silicatados; Papel de la fugacidad de oxígeno en los equilibrios de fase.</p> <hr/> <p>Tercer cuarto del cuatrimestre (3CC): Reacciones minerales que involucran H₂O y CO₂: Ecuaciones que describen el comportamiento de los fluidos en el espacio P-T-V; El sistema ternario SiO₂-CaO-CO₂; Reacciones minerales que involucran H₂O y CO₂; Termodinámica de las reacciones minerales que implican H₂O y CO₂ Reacciones minerales entre soluciones sólidas: Representaciones gráficas de las asociaciones en sistemas de cuatro o más componentes; Expresión gráfica de las reacciones continuas; Efecto de la presión y la temperatura sobre fases con solución sólida; Representación de las reacciones en diagramas P-T; Equilibrios de intercambio; Coeficiente de difusión</p> <hr/> <p>4CC: Revisión general de los bloques y exámenes generales.</p>
<p>Temario Práctico y Planificación Temporal:</p>	<p>Problemas y casos prácticos relativos a los bloques que se desarrollan impartidos en sus mismos periodos.</p>

<p>Metodología Docente Empleada:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Impartición de clases teóricas</u> (clase magistral). Los recursos utilizados son la tableta digital (pizarra digital), ordenador, y presentaciones PowerPoint apoyadas por cálculo con Mathematica. Las clases se desarrollan de manera interactiva y abierta (en el sentido de subrayar la importancia de la argumentación científica y rechazando los argumentos basados en criterios de autoridad). Las clases pretenden conjugar el rigor de los planteamientos con una continua ubicación de los conocimientos en un marco general (de la Geología) para no perder de vista la importancia y significado de este tipo de análisis y resaltar así su importancia. 2. <u>Impartición de clases de problemas</u>. Se resuelven problemas tipo, haciendo hincapié en la comprensión del problema y su significado y ubicación general en el contexto de la Petrología y la Geoquímica. Se utilizan medios de cálculo numérico profesionales (MATHEMATICA). 3. <u>Realización de actividades académicas dirigidas</u>. Trabajo tutorizado con grupos reducidos donde el profesor/a orienta a los estudiantes para la realización de actividades que les ayuden a reforzar y asimilar los contenidos de la asignatura. Se asignará a cada grupo una serie de actividades de entre las relacionadas en la presente Guía (<u>ver anexo 2</u>). 		
<p>Técnicas Docentes: (marcar con X lo que proceda)</p>	<p>Sesiones teóricas X</p>	<p>Presentaciones PC X</p>	<p>Diapositivas</p>
	<p>Transparencias</p>	<p>Sesiones prácticas X</p>	<p>Lectura de artículos X</p>
	<p>Visitas / excursiones</p>	<p>Web específicas X</p>	<p>Cálculo numérico aplicado X</p>
<p>Criterios de Evaluación: (detallar)</p>	<p>La calificación final de la asignatura se obtendrá con los siguientes sumandos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calificación obtenida en el examen final de la asignatura. Supondrá el 85% de la calificación de la asignatura. El examen constará de cuestiones teórico-prácticas (30%) y problemas (55%). 2. Calificación obtenida por la realización y/o exposición de trabajos realizados (bibliográficos, problemas, cuestiones), individualmente o en equipo y otras actividades académicas dirigidas (supondrá el 15% de la calificación de la asignatura) 		
<p>Bibliografía Fundamental: (indicar las 5 más significativas)</p>	<p>G. M. Anderson and D. A. Crerar, 1993. "Thermodynamics un Geochemistry". B. J. Wood and D. G. Fraser, 1977. "Elementary Thermodynamics for Geologists". N. D. Chatterjee, 1991. "Applied Mineralogical Thermodynamics". A. R. Philpotts, 1990. "Principles of Igneous and Metamorphic Petrology". D. K. Nordstrom and J. L. Munoz, 1994. "Geochemical Thermodynamics".</p>		
<p>Bibliografía Complementaria: (incluir, si procede páginas Web)</p>	<p>G.M. Anderson, 1996. "Thermodynamics of Natural Systems". Ph. Fletcher, 1993. "Chemical Thermodynamics for Earth Scientists". I.M. Klotz and R.M. Rosenberg, 1986. "Chemical Thermodynamics". E. B. Smith, 1995. "Basic Chemical Thermodynamics".</p>		

Horas de trabajo del alumno

Presencial			Estudio			AAD (AAD)	Otros Trabajos	Examen incluyendo preparación	TOTAL
Teoría	Problemas	Prácticas	Teoría	Problemas	Prácticas				
28	20		42	20		12 (anexo 2)	18	20	160

(AAD = Actividades Académicas Dirigidas)

CRONOGRAMA	(ver anexo 3)
------------	---------------

ANEXO 1

Competencias a adquirir por Bloques Temáticos

La siguiente Tabla recoge las capacidades (columna primera) a adquirir por el estudiante en las distintas unidades temáticas (fila primera) de la asignatura. En cada una de las unidades temáticas se entienden incluidas todas las actividades derivadas de la docencia teórica, práctica y dirigida.

Capacidad	BT1 a BT7
Conocimiento y comprensión de conceptos básicos	X
Análisis de problemas	X
Aprendizaje de técnicas para la resolución de problemas	X
Cálculo numérico aplicado	X
Resolución de problemas específicos	X
Trabajo en equipo	X

Anexo 2

Relación de Actividades Académicas Dirigidas para la asignatura de Termodinámica de Procesos Geológicos de 2º curso de Ldo. en Geología

Se realizarán según el cronograma, para las distintas sesiones. Las AAD se realizarán sobre los distintos bloques temáticos de la asignatura, y lógicamente contribuirán de manera significativa a alcanzar las competencias indicadas en los bloques temáticos.

D1. Resolución de problemas por grupos. Se organizarán grupos de trabajo donde los compañeros se prestarán ayuda a la hora de superar las dificultades que se encuentren en la resolución de cuestiones teórica y problemas. Se generarán cuadernillos de de cuestiones teórica y problemas que se pasarán a otros Grupos de Trabajo. Así, se animará al estudiante a alcanzar los siguientes objetivos: entender y asimilar los conceptos básicos, pasar con facilidad de la teoría a la práctica, trabajar en grupo y ser competitivos.

D2. Resolución de Cuestiones Teóricas y Problemas extraídos de la Bibliografía: de los manuales disponibles en la Biblioteca, el estudiante extraerá aquellos problemas que le resulten interesantes, los resolverá y expondrá en clase.

D3. Desarrollo y presentación de temas específicos relacionados con los contenidos teóricos del curso: Se organizarán grupos de trabajo en torno a los siguientes bloques específicos relacionados con la asimilación, discusión y presentación de temas extraídos de la literatura científica. Los bloques se centrarán en los siguientes aspectos:

- 1.- El espacio composicional y reactivo.
- 2.- Los modelos actividad-composición.
- 3.- Los modelos de solubilidad de agua en fundidos silicatados.
- 4.- Aplicación de las reacciones de intercambio en termobarometría.
- 5.- Aplicación de las reacciones de transferencia neta en termobarometría.
- 6.- Los modelos de solución sólida. Parámetros de Margule.
- 7.- Modelo termodinámico de Giorso para la cristalización de fundidos silicatados.
- 8.- Termodinámica de los fundidos silicatados.

ANEXO 3

Cronograma orientativo (se indica la temporización de la asignatura por semanas)

Unidades temáticas:

BT1.- Fundamentos de Geoquímica Termodinámica

BT2.- Termodinámica de las Soluciones sólidas.

BT3.- Fundamentos de la Termobarometría.

BT4.- Diagramas P-T: Método de Schreinemaker

BT5.- Equilibrios de fases en fundidos silicatados anhidros e hidratados.

BT6.- Reacciones que implican una fase fluida.

BT7.- Reacciones entre soluciones sólidas.

Dedicación presencial (incluye actividades dirigidas)

Actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Clases de teoría	B1 (3T)	B1 (3T)	B1 (3T)	B1 (3T)	B2 (3T)	B3 (3T)	B4(3T))	B5 (3T)	B6 (3T)	B6 (3T)	B7 (3T)	B7 (3T)	B1-7 (3T)	B1-7 (3T)	
Clases prácticas															
Clases de problemas	B1(4P)	B1(4P)	B1(4P)	B1(4P)	B2(4P)	B3(4P)	B4(4P)	B5(4P)	B6(4P)	B6(4P)					
Actividades dirigidas	2h	2h	2h	2h	2h	2h	2h	2h	2h	2h					

Según consta en la tabla de adaptación ECTS de primer curso:

(S1, S2, S3... : semana 1, semana 2, semana 3...)

Clases teóricas: 47 horas (7h extra de apoyo).

Clase de problema:40 horas (3 Grupos).

Clases laboratorio:

Actividades Académicas Dirigidas: 20 horas (Grupos AAD correspondientes a 3 grupos de prácticas). El tiempo dedicado a las actividades dirigidas se repartirá entre los grupos formados al inicio del curso. Los grupos estarán formados por tres alumnos (modificable).