

DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA

Titulación: Licenciatura en Geología	Plan: 2000
Asignatura: Cristalografía y Mineralogía	Código: 500000001
Tipo: Troncal	Curso: 1 ^o
Créditos Totales LRU: 11	Teóricos: 6
Créditos ECTS: 6,3	Teóricos: 5,3
	Cuatrimestre: 1 ^o y 2 ^o (anual)
	Prácticos: 5
	Prácticos: 11,6

DATOS BÁSICOS DE LOS PROFESORES

Profesor responsable: Manuel Toscano Macías

Departamento: Geología

Área de Conocimiento: Cristalografía y Mineralogía

Despacho MTM: Facultad de Ciencias Experimentales Planta 3^a, Núcleo 2^o, Núm. 23

Teléfono: 959 21 98 25 **E-mail:** mtoscano@uhu.es

Dirección página web:

En construcción

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Descriptores (BOE):

Estado cristalino. Relación entre simetría y propiedades de los minerales. Mineralogénesis. Mineralogía descriptiva. Mineralogía determinativa.

Contexto de la asignatura:

La Cristalografía y Mineralogía constituyen conjuntamente una asignatura troncal de primer ciclo de la Licenciatura de Geología, que aporta los conocimientos básicos necesarios para el seguimiento de otras materias de que se imparten en cursos superiores, ya sean del mismo área de conocimiento o de áreas afines.

Recomendaciones:

Para cursar esta asignatura es conveniente que los alumnos repasen y actualicen los conocimientos generales de Geología, Química, Física y Matemáticas que hayan adquirido durante su etapa preuniversitaria.

Objetivos

• Generales:

- A) Ofrecer una visión general e integradora de la Cristalografía como ciencia básica, de interés científico y aplicado en Geología.
- B) Proporcionar una formación básica en Mineralogía, que incluya aspectos genéticos y descriptivo, así como los principales métodos de estudio de los minerales.

• Específicos:

- A) Abordar el estudio de la morfología externa, las características estructurales, la composición química y las propiedades físicas de los cristales como un problema global, que sirva como base para comprender el comportamiento mineral.
- B) Proporcionar un conocimiento básico de los procesos geológicos que intervienen en la formación de los minerales, y de las condiciones físico-químicas de los ambientes mineralogénicos.
- C) Presentar los fundamentos teóricos y aplicaciones de los métodos y técnicas más usados para la identificación y caracterización de minerales.
- D) Reconocer la importancia económica y estratégica de algunos minerales, y las aplicaciones de la Mineralogía en la sociedad actual.

Competencias y destrezas teórico-prácticas a adquirir por el alumno:

Conceptos y principios básicos. Visión espacial tridimensional y representación gráfica de los cristales. Cálculos cristalográficos. Análisis estructural. Interpretación de diagramas de fases. Cálculos termodinámicos de interés en Mineralogía. Metodología y técnicas de análisis mineralógico. Manejo del microscopio de luz polarizada. Reconocimiento *de visu* de minerales.

Contribución al desarrollo de habilidades y destrezas genéricas:

Capacidad de análisis y síntesis de información. Resolución de problemas. Capacidad para aplicar la teoría a la práctica. Habilidades para el manejo de instrumentos, programas informáticos, lenguajes y fuentes de documentación. Planificación y desarrollo de trabajos cooperativos.

Metodología

- **Número total de horas de trabajo del estudiante:** 290 horas
- **Número total de horas presenciales:** 92 horas (42 de clases teóricas y 50 de clases prácticas)
- **Otras actividades académicamente dirigidas:** 18 horas (incluye seminarios, realización de trabajos teórico-prácticos y visita a un centro de instrumentación científica).
- **Resto hasta completar el número total de horas:** 180 horas (incluye tutorías individuales, preparación y realización de exámenes, preparación de actividades programadas, realización de prácticas sin presencia del profesor, etc.).

Técnicas docentes

- **Sesiones académicas teóricas:** La lección magistral se utilizará para presentar a los alumnos la parte doctrinal de la asignatura, aportando una información esencial, bien organizada y procedente de diversas fuentes, que facilite la comprensión y el aprendizaje. Como recursos didácticos se emplearán la tradicional pizarra junto con proyecciones de hipertextos con ordenador. Eventualmente se utilizarán programas informáticos para facilitar la intelección de los conceptos de más difícil comprensión y desarrollar la visión espacial tridimensional de las estructuras cristalinas.
- **Sesiones académicas prácticas:** Las prácticas de la asignatura tienen como finalidad complementar y aplicar los conocimientos teóricos, e incluyen trabajos de gabinete y de laboratorio tales como estudio de modelos periódicos y sólidos cristalográficos, análisis de grupos de simetría espaciales, lectura e interpretación de difractogramas de rayos-X, reconocimiento de propiedades ópticas con el microscopio de luz polarizada, problemas con diagramas de equilibrios de fases, y reconocimiento *de visu* de minerales.
- **Actividades académicas dirigidas:** Se propondrá la realización y exposición de actividades prácticas, tutorizadas por el profesor, que tienen como finalidad fomentar el aprendizaje cooperativo mediante trabajos que ayuden a complementar los contenidos impartidos en las sesiones teóricas y prácticas.
- **Entrevistas personales o tutorías:** El alumno recibirá una orientación personalizada y recomendaciones para superar las dificultades de aprendizaje derivadas de las lecciones magistrales.
- **Seminarios:** Serán sesiones académicas abiertas, diseñadas por el profesor e incluso por los propios alumnos, que permitirán la resolución interactiva de un problema concreto, o bien la discusión de un tema específico, con el objetivo de fomentar el debate, participación, motivación y capacidad expositiva de los alumnos.

Bloques temáticos

- I. Cristalografía Morfológica y Estructural
- II. Cristalochímica y Dinámica Cristalina
- III. Cristalofísica y Cristalografía Óptica
- IV. Introducción a la Mineralogénesis
- V. Mineralogía Determinativa
- VI. Mineralogía Sistemática

Bibliografía

• Fundamental

- AMOROS, J.L. (1990). El Cristal: Morfología, Estructura y Propiedades Físicas. Atlas (4ª ed.) Madrid.
- BLOSS, F.D. (1994). Crystallography and Crystal Chemistry. Mineralogical Society of America (2ª ed.) Washington.
- BLOSS, F.D. (1994). Introducción a los Métodos de Cristalografía Óptica. Omega (5ª ed.) Barcelona.
- KLEIN, C. & HURLBUT, C.S. (1996). Manual de Mineralogía de Dana. 2 vols. Reverté, Barcelona.
- NESSE W.D. (1999). Introduction to Mineralogy. Oxford University Press.
- WENK H.R. & BULAKH A. (2004): Minerals. Their Constitution and Origin. Cambridge University Press.

• Complementaria

- AMIGÓ, J.M. y otros (1981). Cristalografía. Rueda, Madrid.
- BRADY, J.B. MOGK D.W. & PERKINS D. (1997): Teaching Mineralogy. Mineralogical Society of America, Monographs.
- GALÁN E. editor (2004). Mineralogía Aplicada. Síntesis, Madrid.
- HAMMOND C. (1997). The Basics of Crystallography and Diffraction. Oxford Univ. Press
- KLEIN, C. (1989). Minerals and Rocks: Exercises in Crystallography, Mineralogy and Hand Specimen Petrology. John Wiley & Sons, Chichester.

• Evaluación

El sistema de evaluación estará basado en las siguientes actividades:

- a) Dos exámenes parciales eliminatorios (uno de Cristalografía y otro de Mineralogía), con una parte teórica y otra práctica, y un examen final de recuperación. La calificación final resultará de hacer la media aritmética de los parciales superados, o en su caso se aplicará la nota obtenida en el examen final. Esta nota representará el 75% de la calificación final de la asignatura, si bien para superar el curso se requiere una nota mínima de 4 en este apartado.
- b) Los trabajos presentados en relación con los contenidos de la asignatura, especialmente los trabajos prácticos y las actividades académicas dirigidas. La nota de estas actividades representará el 25% de la calificación final.

Organización docente mensual (cronograma)

Mes	Primer cuatrimestre				Segundo cuatrimestre			
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Teoría	Temas 1-4	Temas 5-7	Temas 8-10	Temas 11-15	Temas 16-17	Temas 18-21	Temas 22-24	Temas 25-30
Prácticas	1º-2º	2º	3º-4º	5º	5º	6º	7º	8º
AAD	I	IIA	IIB	-	-	IIIA	IIIB	IIIC

Programa docente

• Temario de Teoría

Tema 1: INTRODUCCION

Cristalografía y Mineralogía. Desarrollo histórico. Bases conceptuales. Subdivisiones y relaciones con otras ciencias. Interés y aplicaciones.

PRIMERA PARTE: CRISTALOGRAFIA

Tema 2: TEORIA RETICULAR

Periodicidad cristalina. Modelos periódicos. Celda unidad. Constantes y notaciones reticulares. Relación entre elementos reticulares y morfológicos del cristal. Leyes fundamentales de la Cristalografía Morfológica.

Tema 3: PRINCIPIOS DE SIMETRÍA CRISTALINA

Simetría Cristalina. Operaciones básicas y elementos de simetría. Clases de operaciones de simetría. Representación gráfica de los cristales: Proyección esférica y estereográfica.

Tema 4: SIMETRÍA PUNTUAL

Agrupaciones de elementos de simetría puntual. Combinaciones permitidas. Restricciones que impone la periodicidad. Los 32 grupos de simetría puntual. Formas cristalinas.

Tema 5: SIMETRÍA ESPACIAL

Efecto de la traslación sobre la simetría puntual. Ejes helicoidales. Planos de deslizamiento. Simetría del espacio reticular. Redes planas. Redes tridimensionales.

Tema 6: CRISTALOGRAFIA DE RAYOS-X

Naturaleza de los rayos-X. Espectro continuo y característico. Teoría general de la difracción de los rayos-X por una red cristalina. Ecuaciones de Laue. Ley de Bragg. Métodos experimentales de difracción de rayos-X.

Tema 7: MODELOS ESTRUCTURALES

Principios de Cristalografía. Estructuras moleculares. Estructuras metálicas. Estructuras covalentes. Estructuras iónicas. Relación de radios y poliedros de coordinación. Reglas de Pauling. Empaquetamientos cristalinos y huecos poliédricos. Clasificación estructural de los cristales.

Tema 8: IMPERFECCIONES CRISTALINAS

El cristal real. Tipos de imperfecciones cristalinas. Defectos puntuales. Defectos lineales. Defectos planares. Defectos tridimensionales.

Tema 9: DINAMICA CRISTALINA

Variaciones composicionales: Isomorfismo y soluciones sólidas. Variaciones estructurales: Polimorfismo y transformaciones polimórficas. Interés geológico.

Tema 10: FORMACIÓN Y CRECIMIENTO DE CRISTALES

Cristalogenésis. Nucleación y crecimiento cristalino. Estructura atómica de las superficies cristalinas. Relación entre mecanismos de crecimiento y morfología cristalina. La morfología cristalina como indicador genético.

Tema 11: CRISTALOGRAFÍA FÍSICA

Física cristalina. Propiedades escalares, vectoriales y tensoriales. Densidad y peso específico. Propiedades magnéticas. Propiedades eléctricas. Propiedades térmicas. Propiedades mecánicas. El color y sus causas.

Tema 12: CRISTALOGRAFÍA ÓPTICA

Naturaleza de la luz. Luz polarizada. Índice de refracción. Concepto de indicatriz óptica. Medios isótropos y anisótropos. Fundamentos teóricos de la microscopía óptica de luz polarizada.

Tema 13: FENÓMENOS LUMINOSOS EN MEDIOS ISÓTROPOS

Reflexión y refracción. Ley de Snell. Dispersión. Absorción y transmisión. La indicatriz isótropa. Interacción de la luz con los cristales isótropos.

Tema 14: FENÓMENOS LUMINOSOS EN MEDIOS ANISÓTROPOS

Doble refracción y birrefringencia. Las indicatrices anisótropas. Fenómenos de interferencia. Diferencia de trayectoria o retardo. Interacción de la luz con los cristales uniáxicos. Interacción de la luz con los cristales biáxicos.

Tema 15: PROPIEDADES ÓPTICAS

Color de transmisión y pleocroísmo. Relieve. Color de interferencia y valor de la birrefringencia. Angulo de extinción. Signo de elongación. Figura de interferencia. Signo óptico. Angulo de los ejes ópticos.

SEGUNDA PARTE: MINERALOGÍA

Tema 16: FUNDAMENTOS DE TERMODINAMICA MINERAL

Introducción. Principios de Termodinámica. Estabilidad y equilibrio mineral. La Regla de las Fases y su aplicación a sistemas mineralógicos. Diagramas de equilibrio de fases.

Tema 17: AMBIENTES MINERALOGENETICOS

Introducción a la mineralogénesis. Ambiente magmático. Ambiente metamórfico. Ambiente sedimentario y diagenético. Ambiente supergénico.

Tema 18: METODOS DE ESTUDIO

Introducción a la Mineralogía Determinativa. Procedimientos de separación y concentración de minerales. Métodos de estudio de minerales en granos. Reconocimiento macroscópico de minerales.

Tema 19: ANALISIS QUIMICOS DE MINERALES

Métodos y ensayos clásicos. Métodos instrumentales. Espectrometría de absorción atómica. Fluorescencia de rayos-X. Microanálisis químico puntual con sonda de electrones. Otros métodos analíticos.

Tema 20: ANALISIS MINERALOGICOS

Métodos microscópicos. Microscopía óptica y electrónica. Métodos difractométricos. Difracción de rayos-X. Métodos espectroscópicos. Espectroscopía de Infrarrojos. Métodos térmicos. Análisis térmico diferencial y termogravimétrico. Otros métodos instrumentales.

Tema 21: CLASIFICACION DE LOS MINERALES

Nomenclatura y diversidad mineralógica. Criterios de clasificación. Revisión histórica. Tendencias actuales. Clasificación adoptada. Concepto de clase, grupo, serie, variedad y especie.

Tema 22: ELEMENOS NATIVOS

Características y propiedades generales. Clasificación. Metales. Grupo del oro. Grupo del platino. Grupo del hierro. Grupo del mercurio. Semimetales. Arsénico. Bismuto. Antimonio. No Metales. Azufre. Grupo del carbono.

Tema 23: SULFUROS Y SULFOSALES

Generalidades. El ciclo geoquímico del azufre. Sulfuros. Estructura, composición y propiedades. Criterios de clasificación. Asociaciones geoquímicas y principales minerales. Condiciones genéticas. Sulfosales. Clasificación y relaciones genéticas.

Tema 24: HALOGENUROS

Características y propiedades generales. Clasificación y descripción de los principales grupos. Fluoruros. Cloruros, bromuros y yoduros. Origen y tipos de depósitos.

Tema 25: OXIDOS E HIDROXIDOS

Generalidades. Oxidos. Clasificación estructural. Descripción de los principales grupos. Grupo de la hematites. Grupo del rutilo. Grupo de las espinelas. Hidróxidos. Estructura, propiedades y condiciones físico-químicas de formación. Origen y principales tipos de yacimientos.

Tema 26: CARBONATOS, NITRATOS Y BORATOS

Características y propiedades generales. Carbonatos. Clasificación. Carbonatos anhidros. Grupo de la calcita. Grupo del aragonito. Grupo de la dolomita. Carbonatos hidratados. Nitratos y boratos. Aspectos genéticos.

Tema 27: SULFATOS, CROMATOS, MOLIBDATOS Y WOLFRAMATOS

Características y propiedades generales. Sulfatos. Clasificación. Sulfatos anhidros. Sulfatos hidratados. Condiciones de formación y estabilidad. Cromatos, molibdatos y wolframatos. Minerales más importantes.

Tema 28: FOSFATOS, ARSENIATOS Y VANADATOS

Características cristalóquímicas y propiedades físicas generales. Clasificación. Descripción de los principales grupos. Fosfatos. Grupo del apatito. Arseniatos y vanadatos. Principales minerales y tipos de yacimientos.

Tema 29: INTRODUCCION A LA MINERALOGIA DE SILICATOS

Características generales. Clasificación estructural. Nesosilicatos. Sorosilicatos. Ciclosilicatos. Inosilicatos. Filosilicatos. Tectosilicatos. Consideraciones genéticas. Interés geológico.

Tema 30: MINERALOGÍA APLICADA

Aplicaciones e interés económico de los minerales. Minerales industriales. Menas metálicas. Mineralogía aplicada al Medio Ambiente.

• Temario de Prácticas

PRACTICA nº 1: Estudio de modelos periódicos y notaciones reticulares

PRACTICA nº 2: Estudio de sólidos cristalográficos

PRACTICA nº 3: Estudio cristalóquímico de modelos de estructuras

PRACTICA nº 4: Cálculo de la fórmula cristalóquímica de los minerales

PRACTICA nº 5: Estudio óptico de los cristales al microscopio de luz polarizada

PRACTICA nº 6: Problemas de Termodinámica Mineral

PRACTICA nº 7: Estudio de propiedades físicas de los minerales

PRACTICA nº 8: Reconocimiento macroscópico de minerales

- **Actividades académicas dirigidas**

I. Proyección estereográfica de cristales

Construcción de un goniómetro de contacto. Medida de ángulos interfaciales. Proyección estereográfica de los elementos morfológicos y elementos de simetría de un cristal.

II. Difracción de rayos-X

A) Cálculo de ángulos de difracción y espaciados interplanares. Asignación de índices de Miller. Determinación de la red cristalina. Cálculo de parámetros reticulares.

B) Análisis mineralógico por difracción de rayos-X (método de polvo) de muestras monofásicas y mezclas sencillas. Identificación de fases. Comparación entre difractogramas teóricos y observados.

III. Organización y clasificación de una colección de minerales

A) Selección de criterios de ordenación y clasificación de minerales

B) Selección de ejemplares y realización de fichas descriptivas

C) Realización y presentación de una exposición.