

MINERALOGIA AVANZADA

PROGRAMA ANALÍTICO

Clase	Objetivos	Temas	TP N°
1	Contexto histórico	Evolución del conocimiento en mineralogía.	---
1	Repaso de conceptos básicos de cristalografía	Repaso de los principios cristalográficos: elementos de simetría, grupos puntuales, redes de traslación y grupos espaciales. Ley de la constancia de los ángulos (Steno), ley de racionalidad de los índices (Haüy) e índices de Miller.	---
1	Repaso de mineralogía química	Categoría de los elementos para la mineralogía: Elementos principales, elementos minoritarios, elementos trazas. Distintos tipos de enlaces. Distribución y abundancia relativa de los minerales. Principios químicos que gobiernan el comportamiento de cada uno en los minerales.	---
2	Repaso de sistemática, paragénesis y procesos formadores de minerales	Clasificación mineralógica de Dana: clases, familias, grupo, especies y variedades. Distintos tipos de paragénesis y clases mineralógicas que las componen. Síntesis de los Procesos formadores de minerales .	---
2	Evolución Mineral	Distintas teorías. Causas y consecuencias. Variación de los procesos formadores de minerales en el espacio y tiempo. Distribución actual de los minerales.	---
3	Complementos de cristalografía	Nucleación y el crecimiento de los cristales (repaso y complemento). Formas cristalográficas simples y complejas (repaso y complemento). Regla de Eulero. Morfología externa de los cristales, ley de Bravais y demás variables que gobiernan el desarrollo de las formas cristalográficas. Condiciones de formación de cada una y variables que los condicionan. Goniometría.	TP (1)
4	Técnicas para el estudio de minerales y sus condiciones de formación	Introducción: Clasificación y principio de las distintas técnicas para el estudio de los minerales. Técnicas que emplean propiedades físicas (óptica), técnicas mediante excitación externa (espectrometría, difracción y microscopía electrónica) y técnicas independientes (Microtermometría). Procesos de interacción entre materia y radiación, y entre materia y partículas.	---
4	Propiedades físico-químicas particulares	Introducción y repaso: lista de propiedades y clasificación de las mismas. Las propiedades físicas para la concentración de especies: Preparación de las muestras, molienda, cuarteo, tamizado, etc. Métodos de concentración de minerales. Técnicas para la realización de cortes orientados (facetamiento).	TP (2)
5	Propiedades Magnéticas y Técnicas de estudio	Introducción de propiedades magnéticas en minerales. Caracterización de la mineralogía magnética de las rocas (tipo y proporción de minerales ferromagnéticos con respecto a los minerales paramagnéticos y diamagnéticos) a través de ciclos de histéresis, curvas de magnetismo remanente isotérmico y curvas termomagnéticas. Ejemplos.	---
5	Técnicas térmicas	Análisis térmico diferencial (ATD) y Análisis térmico Gravimétrico (ATG y DTG). Principios, cálculos, información que suministran y empleo en mineralogía (ventajas y desventajas). Ejemplos.	---
6	Microscopía óptica de refracción (Complementos)	Repaso de conceptos básicos. Dispersión: Importancia. Identificación de cristales biáxicos de acuerdo a su dispersión. Relación entre el ángulo 2V, el índice de refracción y la longitud de onda. Cristales ortorrómbicos; dispersión de los ejes ópticos, dispersión normal y dispersión del plano axial. Cristales monoclinicos; dispersión inclinada, dispersión horizontal y dispersión cruzada. Observación al microscopio.	TP (3)
7		Índices de Refracción: Refractómetros: refractómetro del prisma, refractómetro de Jelley y refractómetro Abbe. Principios, ventajas y desventajas. Líquidos de inmersión. Curvas de dispersión del índice de refracción en sólidos y líquidos. Gráfico de Hartmann. Método de variación simple y método de variación doble. Ley de Brewster. Aplicaciones.	TP (4)
8		Complementos para el microscopio de polarización: Cuña de cuarzo, Ocular Micrométrico, Platina de Aguja y Platina Universal (Tipos de platinas, principios y metodología). Medida del 2V y 2E. Aplicación.	TP (5)
9	Microscopía óptica de reflexión	Principios de óptica en medios opacos: absorción (coeficiente e índice), relación con los índices de refracción, indicatrices de medios isótropos y anisótropos (uniáxicos y biáxicos). Reflexión de luz natural (Reflectividad) y reflexión con luz polarizada (Birreflexión). Rotaciones, anisotropía, figuras conoscópicas y dispersión. Síntesis de las propiedades ópticas de minerales opacos más	---

		importantes. Aplicaciones en mineralogía.	
9	Microscopía Electrónica	Principios de microscopía: aumento vs resolución, poder resolutivo, ecuación de Abbe, apertura numérica, etc. Tipos de microscopía y rango de detección de cada uno. Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM y HRTEM) y Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) . Otras técnicas de microscopía menos empleadas en mineralogía. Principios, información que suministran y empleo en mineralogía de cada una (ventajas y desventajas). Ejemplos.	---
10	Difractometría	Principios de Difracción (repaso): diseños de difracción, celda recíproca y difracción sobre estructuras cristalinas (Ley de Laue y Ley de Bragg). Difracción de rayos X (XRD) : Método de Polvo (Debye Scherrer y Difractogramas), Método de Monocristal Estacionario (Laue) y Método de Monocristal Rotatorio. Indexación de diagramas. Cálculo de los parámetros reticulares. Principios de Conceptos básicos sobre la Difracción de electrones (ED) y la Difracción de Neutrones (ND) . Empleo, ventajas y desventajas de cada técnica.	TP (6)
11	Espectrometría	Introducción . Los tipos de radiación del espectro electromagnético, conceptos básicos y características. Espectrómetros. Clasificación de los distintos tipos de espectrometría según el tipo de interacción o el principio que las gobierna.	---
11	Espectrometría Óptica	Espectrometría Óptica: ultravioleta-visible. Espectrometría de Llama (Espectrometría de Absorción Atómica (AAS) y Espectrometría de Emisión Atómica (AES)) y Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma Inducido (ICP). Luminiscencia: catodoluminiscencia, fotoluminiscencia, radioluminiscencia, luminiscencia química y triboluminiscencia . Principios, información que suministran y empleo en mineralogía de cada una (ventajas y desventajas). Ejemplos.	---
11	Espectrometría Nuclear	Espectrometría Mossbauer (MS), Espectrometría de Masa (MS) y Espectrometría de masa por plasma inducido (ICP-MS) . Principios, información que suministran y empleo en mineralogía de cada una (ventajas y desventajas). Ejemplos.	---
12	Espectrometría de Infrarrojo y Raman	Espectrometría de infrarrojo (IR) y Espectrometría Raman (RS) : Principios, información que suministran y empleo en mineralogía (ventajas y desventajas). Ejemplos.	---
12	Espectrometría de Electrones	Espectrometría de Electrones Auger (AES) y Espectrometría de Fotoelectrones de Rayos X (XPS) . Principios, información que suministran y empleo en mineralogía (ventajas y desventajas). Ejemplos.	---
13	Espectrometría de Rayos X	Espectrometría de Absorción de Rayos-X (XAS), Espectrometría de Emisión de Rayos X (XES), Espectrometrías de Fluorescencia de Rayos-X (XFS – EDXS/EDAX/EDX y WDXS/WDX) . Principios, información que suministran y empleo en mineralogía (ventajas y desventajas). Ejemplos.	---
13	Técnicas Combinadas	Microsonda Electrónica (EPMA) y Emisión de Rayos-X inducidos por Partículas (PIXE) . Principios, información que suministran y empleo en mineralogía (ventajas y desventajas). Ejemplos.	TP (7)
14	Determinación de las condiciones de formación de minerales	Microtermometría : Platina de calentamiento y enfriamiento para el análisis de inclusiones fluidas. Observación de los cambios de fase en las inclusiones fluidas de composiciones más frecuentes. Determinación y cálculo de diversos parámetros fisicoquímicos: temperatura mínima de formación, composición de las soluciones, densidad, porcentaje molar de cada fase, profundidad de soterramiento, presión de homogeneización, etc. Aplicación.	---
14	Repaso		---
15	Parcial		---

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA POR TEMA

Contexto Histórico del conocimiento en Mineralogía

- Sureda R.J., 2008. Historia de la Mineralogía. Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica 23. Editor F.G. Aceñolaza. Pp189.
- Klein C. y Hurlbut C.S., 1996. Manual de Mineralogía basado en la obra de J.D. Dana. Cuarta edición. Edit. Reverté. 1: 368Pp.
- Oslacher J., 1946. Breve historia de la mineralogía. En Introducción a la Cristalografía. 7-19.

Evolución Mineral

- Hazen R.M. 2010. Evolution of Minerals. Scientific American. 58-65.
- Hazen R.M., Papineau D., Bleeker W., Downs R.T., Ferry J.M., McCoy T.J., Sverjensky D.A. y Yang H., 2008. Review Paper: Mineral Evolution. American Mineralogist. 93:1693-1720.
- Minik T.R. 2008. On the evolution of Minerals. Nature. 46(27):456-458.
- Rankama K. y Sahama Th.G., 1955. Geochemistry. 911 Pp.

Conceptos básicos de Mineralogía

- Klein C. y Hurlbut C.S. 1997. Manual de Mineralogía basado en la obra de Dana J.D., Cuarta edición. Pp 679.
- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Dennen W. 1960. Principles of Mineralogy. Pp 453.
- Klockmann, F. y Randohr, P. 1961. Tratado de Mineralogía.

Conceptos básicos de Cristalografía

- Klein C. y Hurlbut C.S. 1997. Manual de Mineralogía basado en la obra de Dana J.D., Cuarta edición. Pp 679.
- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Phillips F.C., 1978. Introducción a la cristalografía. 404 Pp.
- Rath R., 1972- Cristalografía. 207 Pp.

Técnicas para el estudio de minerales

- Marfunin A.S., 1995. Systematics of the Methods of investigation of minerals: logic of development. Chapter 1, in Advanced Mineralogy, vol:2, Marfunin (Ed.) Pp 441.
- Pérez Rodríguez J.L., 2003. Caracterización de minerales y nuevas técnicas. En Mineralogía Aplicada, Editor: Galán Huertos Emilio. Pp: 325-349.
- Ware N.G., 2005. Mineral Analysis. In Analytical Methods. 107-118.
- Zussman J., 1967. Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.

Propiedades Físicas - Concentración y Preparación de Muestras

- Bonorino G.F., 1976. Mineralogía Óptica. Pp 343.
- Zussman J., 1967. Mineral Separation. Capítulo 1 en Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.

Propiedades Magnéticas y Técnicas de Estudio

- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Dunlop D.J. y Zdemir O., Magnetizations in Rocks and Minerals. University of Toronto, Toronto, ON, Canada.
- <http://earthref.org/MAGIC/books/Tauxe/2005/>

Técnicas Térmicas

- Zussman J., 1967. Thermal Techniques. Capítulo 9 en Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.
- Pérez Rodríguez J.L., 2003. Caracterización de minerales y nuevas técnicas. En Mineralogía Aplicada, Editor: Galán Huertos Emilio. Pp: 325-349.

Microscopía Óptica de Refracción - Dispersión

- Bonorino G.F., 1976. Mineralogía Óptica. Pp 343.
- Phillips R.W., 1971. Mineral Optics: Principles and Techniques. Pp. 249. (Hemeroteca 549.903-P564m).

Microscopía Óptica de Refracción - Índices de Refracción

- Bonorino G.F., 1976. Mineralogía Óptica. Pp 343.
- Zussman J., 1967. Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.

Microscopía Óptica de Refracción - Compensadores

- Bonorino G.F., 1976. Mineralogía Óptica. Pp 343.

Microscopía Óptica de Refracción - Platina de Aguja

- Ray E.W., 1959. Universal stage accessory for direct determination of three principal indices of refraction. American Mineralogist. 44:1064-1067.
- Bloss F.D., 1981. The Spindle Stage: principles and practice. Cambridge University Press. New York. 340pp.
- Medenbach, O., 1985. A new microrefractometer spindle-stage and its applications. Fortschritte der Mineralogie, 63:111-133.

Microscopía Óptica de Refracción - Platina Universal

- Bonorino G.F., 1976. Mineralogía Óptica. Pp 343.
- Zussman J., 1967. Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.
- Holness M.B., Cheadle M.J. y McKenzie D., 2005. On the Use of Changes in Dihedral Angle to Decode Late-stage Textural Evolution in Cumulates. Journal of Petrology. 46(8):1565-1583.
- Phillips R.W., 1971. Mineral Optics: Principles and Techniques. Pp. 249.
- Winchell A.N., 1931. Elements of Optical Mineralogy. Tomo 1: 248Pp.

Microscopía Óptica de Reflexión

- Bonorino G.F., 1976. Mineralogía Óptica. Pp 343.
- Zussman J., 1967. Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.
- López Soler A. y Bosch Figueroa J.M., 1971. Medida de la reflectancia de una superficie pulida: estudio microscópico de minerales opacos. Acta Geológica Hispánica, 6(3):3-6.

Microscopía Electrónica

- Marfunin A.S., 1995. Systematics of the Methods of investigation of minerals: logic of development. Chapter 1, in Advanced Mineralogy, vol:2, Marfunin (Ed.) Pp 441.
- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Amelinckx S., 1995. High resolution Electron Microscopic techniques in the study of defects. Chapter 6, in Advanced Mineralogy, vol:1, Marfunin (Ed.) Pp 550.
- Pérez Rodríguez J.L., 2003. Caracterización de minerales y nuevas técnicas. En Mineralogía Aplicada, Editor: Galán Huertos Emilio. 325-349.
- Zussman J., 1967. Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.

Difractometría

- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Marfunin A.S., 1995. Systematics of the Methods of investigation of minerals: logic of development. Chapter 1, in Advanced Mineralogy, vol:2, Marfunin (Ed.) Pp 441.
- Bedlivi D y Arcidiacono E. Introducción a la determinación de minerales por difracción de rayos X. Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología. Serie Didáctica N2. Pp. 49.
- Massa W., 1996. Crystal Structure Determination. Pp206.
- Zussman J., 1967. Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.

Espectrometría (Introducción-conceptos teóricos)

- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Klein C. y Hurlbut C.S., 1996. Manual de Mineralogía basado en la obra de J.D. Dana. Cuarta edición. Edit. Reverté. 1: 368Pp.

Espectrometría Óptica

- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Marfunin A.S., 1995. Systematics of the Methods of investigation of minerals: logic of development. Chapter 1, in Advanced Mineralogy, vol:2, Marfunin (Ed.) Pp 441.
- Klein C. y Hurlbut C.S., 1996. Manual de Mineralogía basado en la obra de J.D. Dana. Cuarta edición. Edit. Reverté. 1: 368Pp.

Espectrometría Nuclear

- Pérez Rodríguez J.L., 2003. Caracterización de minerales y nuevas técnicas. En Mineralogía Aplicada, Editor: Galán Huertos Emilio. 325-349.

- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Hawthorne F.C., 1995. Nuclear Gamma Resonante (Mossbauer) Spectrometry. En Marfunin A.S., 1995. Systematics of the Methods of investigation of minerals: logic of development. Chapter 1, in Advanced Mineralogy, vol:2, Marfunin (Ed.) Pp 441.

Espectrometría de Infrarrojo

- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Marfunin A.S., 1995. Systematics of the Methods of investigation of minerals: logic of development. Chapter 1, in Advanced Mineralogy, vol:2, Marfunin (Ed.) Pp 441.
- Pérez Rodríguez J.L., 2003. Caracterización de minerales y nuevas técnicas. En Mineralogía Aplicada, Editor: Galán Huertos Emilio. Pp: 325-349.
- Farmer V., 1974. The infrared spectra of minerals. Mineralogical Society of London.

Espectrometría Raman

- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Pérez Rodríguez J.L., 2003. Caracterización de minerales y nuevas técnicas. En Mineralogía Aplicada, Editor: Galán Huertos Emilio. Pp: 325-349.
- Marfunin A.S., 1995. Systematics of the Methods of investigation of minerals: logic of development. Chapter 1, in Advanced Mineralogy, vol:2, Marfunin (Ed.) Pp 441.
- Dionisio B., 1988. Introducción a la Espectroscopia Raman. Serie Química, Monografía 31.

Espectrometría de Electrones

- Pérez Rodríguez J.L., 2003. Caracterización de minerales y nuevas técnicas. En Mineralogía Aplicada, Editor: Galán Huertos Emilio. 325-349.

Espectrometría de Rayos X

- Putnis A., 1992. Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press. Pp. 457.
- Marfunin A.S., 1995. Systematics of the Methods of investigation of minerals: logic of development. Chapter 1, in Advanced Mineralogy, vol:2, Marfunin (Ed.) Pp 441.
- Zussman J., 1967. Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.
- Klein C. y Hurlbut C.S., 1996. Manual de Mineralogía basado en la obra de J.D. Dana. Cuarta edición. Edit. Reverté. 1: 368Pp.

Técnicas Combinadas

- Zussman J., 1967. Physical Methods in Determinative Mineralogy. Pp 514.
- Pérez Rodríguez J.L., 2003. Caracterización de minerales y nuevas técnicas. En Mineralogía Aplicada, Editor: Galán Huertos Emilio. Pp: 325-349.
- Marfunin A.S., 1995. Systematics of the Methods of investigation of minerals: logic of development. Chapter 1, in Advanced Mineralogy, vol:2, Marfunin (Ed.) Pp 441.

Microtermometría

- Roedder, E., 1984. Fluid Inclusions. Reviews in Mineralogy, Mineralogical Society of America, 12: 664p.
- Roedder, E. y Bodnar, R. J., 1980. Geologic Pressure Determinations from fluid inclusion studies. Ann. Rev. Earth and Planetary Science Letters, 8:263-301.