



- 1.- Elementos de cristalografía geométrica. Leyes fundamentales: Caras naturales. Constancia de los ángulos. Representación: Proyección estereográfica. Indices de Miller. Ley de racionalidad de los índices. Sistemas cristalinos.
- 2.- Simetría cristalina: elementos de simetría de primera y de segunda clase; propiedades. Combinación de elementos de simetría. Grupos puntuales.
- 3.- Teoría reticular: Redes de puntos. Redes de Bravais. Red directa y red recíproca. Simetría en las redes de puntos: Ejes y planos con traslación. Los 230 grupos espaciales. Nomenclatura y manejo de tablas.
- 4.- Difracción de ondas por redes lineales, planas y espaciales. Esfera de Ewald. Fórmula de Laue y de Bragg.
- 5.- Métodos de estudio de cristales por difracción de Rayos X. Método del polvo: Debye-Scherrer y espectrométrico; de cristal giratorio, de Weissenberg. Cámara de precesión de Buerger, Goniómetro automático para el estudio de estructuras cristalinas.
- 6.- Producción de Rayos X. Espectro continuo y radiación característica. Absorción: leyes. Monocromatización por absorción. Teoría de la emisión. Difusión de Rayos X. Difusión por un electrón, por un átomo y por una celda. Factor atómico y factor de estructura. Difusión por un cristal. Extinciones sistemáticas. Ley de Friedel.
- 7.- Intensidad de las reflexiones. Factor de Thomson, factor de temperatura, formulas aplicables a los distintos métodos. Influencia de la absorción. Síntesis de Fourier y de Patterson. Síntesis en una, dos y tres dimensiones. Interpretación.
- 8.- Nociones sobre difracción de electrones. Métodos: diagrama de cristal único y de polvo. Zonas de Laue Nociones sobre difracción de neutrones: longitud de onda asociada. Aplicaciones mas importantes.
- 9.- Estudio de estructuras. Cristales iónicos. Principios que rigen la arquitectura estructural: relaciones estequiométricas, coordinación. Reglas de Pauling. Cristales covalentes: enlaces dirigidos: Tipos estructurales. Cristales moleculares.
- 10.- Estructuras de radicales aislados; estructuras en cadenas; estructuras en capas; armazones tridimensionales.
- 11.- Isomorfismo: bases estructurales. Series isomorfas, Ley de Vegard. Polimorfismo. Tipos de transformaciones polimórficas. Aspectos cristalográficos de las transformaciones polimórficas. Transformaciones prácticamente reversibles y transformaciones prácticamente irreversibles. Polimorfismo.



## CRISTALOGRAFIA ESPECIAL

### TRABAJOS PRACTICOS.

#### a.- Ejercicios y problemas:

- 1.- Proyección estereográfica: Representación de caras de un cristal; medición de ángulos entre caras y entre aristas ; determinación de zonas , etc.
- 2.- Cálculo de morfología: Relación axial, índices, ángulos.
- 3.- Simetría en el plano: Determinación de elementos de simetría y grupo puntual en poligonos.
- 4.- Simetría en el espacio: Determinación del sistema cristalino y grupo puntual.
- 5.- Redes planas : estudio de la simetría; medición de espaciados.
- 6.- Red recíproca: estudios de dos dimensiones: cálculo de constantes, aplicaciones.
- 7.- Grupos espaciales: Simetría en el plano; determinación del grupo espacial y posiciones equivalentes. Estudio de grupos espaciales: posiciones generales y especiales.
- 8.- Ejercicios sobre difracción: Esfera de Ewald.
- 9.- Cálculo de factores de estructura.
- 10.- Estudio de una estructura simple: determinación del grupo espacial y determinación de las coordenadas de los átomos. Estudio geométrico: determinación de poliedros de coordinación
- 11.- Síntesis de Fourier: ejemplo unidimensional.

#### b.- Trabajos en laboratorio:

- 12.- Goniometría: manejo del goniómetro de dos limbos. Medición de ángulos entre caras de un cristal para su proyección estereográfica.
- 13.- Toma e interpretación de diagramas de polvo. Método de Debye Scherrer y goniométrico.
- 14.- Identificación de especies cristalinas por su diagrama de polvo. lectura e interpretación de diagramas. Manejo de tablas. Cálculo de la celda de cristales cúbicos.
- 15.- Toma e interpretación de diagramas de cristal giratorio. de Weissenberg y de precesión. Determinación de grupo espacial; manejo de tablas cristalográficas.

## CRISTALOGRAFIA ESPECIAL



### CONTENIDO GLOBAL DEL CURSO Y FUNDAMENTACION DE SU INSERCIÓN EN EL DISEÑO CURRICULAR VIGENTE.

1.- De acuerdo al programa a desarrollar, el contenido global del curso incluye lograr los conocimientos básicos de la cristalografía para que el alumno comprenda los mecanismos y elementos que se utilizan para los estudios cristalográficos de los minerales y que constituyen una metodología más refinada en el estudio de los minerales, particularmente en el estudio de series isomorfas donde las variaciones de composición química se encuentran íntimamente relacionadas con las variaciones de los parámetros cristalográficos por ejemplo, permitiendo llegar a la obtención de resultados más exactos que conducen a una mejor interpretación.

La materia que se dicta en un cuatrimestre del cuarto o quinto año (optativa) cuenta con la base de Mineralogía, geoquímica, matemáticas y física, lo cual le permite al alumno lograr el máximo de aprovechamiento de la materia, lo cual le permitirá aplicar estos conocimientos en aspectos especiales para la resolución de problemas mineralógicos y geoquímicos dentro de los campos de la petrología y geoquímica fundamentalmente con las cuales la cristalografía se encuentra correctamente articulada.

2.- Las metas y objetivos generales que se espera alcance el alumno al finalizar el curso es en lo conceptual: que haya asimilado y aprendido las distintas metodologías utilizadas para el logro de resultados precisos en la determinación de especies minerales afianzando la aplicación del método científico en la investigación. Como meta actitudinal contribuir a la formación de un profesional con espíritu crítico, pensante en la resolución de problemas con un fluido manejo de las fuentes de información específicas.

3.-El contenido de las unidades temáticas de la materia se encuentra directamente relacionada con los fines que se persiguen, es decir en primer lugar proporcionar al alumno los elementos teóricos básicos de la cristalografía para luego introducirlo en los trabajos prácticos determinativos y correcta utilización de las técnicas a aplicar.

4.-Los contenidos a desarrollar en las clases teórica, teórico-prácticas y prácticas, se encuentran secuencialmente establecidas a efectos de mantener un correcto desarrollo de la materia con el máximo aprovechamiento por parte del alumno.

5.-La metodología a utilizar, tal como se señalara precedentemente consiste en clases teóricas, teórico-prácticas y prácticas en forma secuencial con la realización de ejercicios, resolución de problemas y trabajos netamente prácticos determinativos utilizando la difracción de rayos x. para lo cual la facultad cuenta con el instrumental necesario, el cual es complementado con instrumental que existe en otras dependencias de la Universidad las cuales son accesibles y se utilizan.

6.-La forma y tipo de evaluación consiste a.- aprobación de cada uno de los trabajos prácticos, b.- aprobación de 2 parciales que se toman el primero una vez concluido el 50% del curso y el segundo al finalizar el mismo. Además se incluye una evaluación actitudinal que tiene en cuenta fundamentalmente la participación y grado de interés puesto por el alumno durante todo el desarrollo del curso. Evaluación final oral o escrita a solicitud del alumno.



## 7.- BIBLIOGRAFIA

### **Cristalografía Geométrica:**

- Buerguer, M.J. (1956).- Elementary crystallography. Wiley, New York.
- Philips, F.C. (1956).- An introduction to crystallography. Longmans, London.
- Boldyrev, A. K. Cristalografía. Editorial Labor
- Gay, R. (1950) Cours de Crystallographie. I. Cristallographie Geometrique.  
Gauthier-Villar, Paris.

### **Difracción de Rayos X.**

- Azaroff, L.V. (1968) Elements of X-Ray Crystallography. Mc. Graw Hill Book Co.
- Amoros, J.L. (1952) Técnica del análisis cristalográfico. Madrid.
- Azaroff, L.V. and Buerguer, M.J. (1958). The powder method in X-Ray Crystallography. New York.
- Buerguer, M. J. (1942) X-Ray Crystallography. Wiley, New York.
- Cullity, B.D. (1958) Elements of X Ray Diffraction, New York.
- Guinier, A. (1964) Théorie et technique de la radiocristallographie, Paris, Dunod.
- Klug, H.P. et Alexander, A.E. (1954), X Ray diffraction procedures, London J. Wiley.

## 8.- Duración de la materia y cronograma:

**El dictado de materia tendrá una duración de 14 semanas con el dictado de dos clases teóricas prácticas de 3 horas cada una por semana.** las clases se dictan en el segundo cuatrimestre.

El responsable del dictado y desarrollo del curso es el Profesor titular que es el único docente ya que normalmente es un curso poco numeroso inclusive hay años que no hay alumnos. Se recuerda que se trata de una materia optativa.

PRESENTACION COMPENDIADA DEL DISEÑO Y PALNIFICACION DE LA  
MATERIA CRISTALOGRAFIA ESPECIAL.



**1.- Síntesis de metas y objetivos.**

Lograr que el alumno al finalizar la cursada , haya incorporado y entendido claramente los conceptos de la cristalografía y los alcances de su aplicación en el campo de la mineralogía, con el dominio de los métodos que se utilizan sobre la base científica con un fluido manejo del conocimiento bibliográfico que le permitan interpretar los datos obtenidos y elaborar informes claros , precisos y entendibles.

**2.- Síntesis del contenido de la materia.**

Comprende todos los aspectos relacionados con el estudio de la estructura cristalina de la materia y su aplicación a la resolución de problemas de identificación mineralógica, cálculo de parametros y su relación con las variaciones físico químicas como una respuesta inmediata a su comportamiento tecnológico de los minerales. Durante el curso se discuten detalladamente los distintos campos de aplicación de la cristalografía en la resolución de problemas y la interpretación de resultados.

**3.- Requerimeintos para aprobar la materia.**

- a.- Cumplir con la asistencia requerida por los reglamentos internos de la Facultad para los trabajos prácticos. Aprobar cada uno de los trabajos prácticos con la presentación de la carpeta completa y corregida.
- b.- Aprobar los parciales en forma y tiempo durante la cursada, que incluyen las recuperatorias previstas en el reglamento.
- c.- Elaborar las monografías que se le asignen y exponerlas oportunamente.
- d.- Aprobar el exámen final.

**4.-Metodología de enseñanza y evaluación.**

**El desarrollo del programa de la materia se realiza a traves de clases teóricas, trabajos prácticos , monografías y seminarios.**

Las evaluaciones consisten en la aprobación de los trabajos prácticos, los parciales de los puntos del programa desarrollados y una evaluación conceptual del alumno, teniendo en cuenta sobre todo la actitud mostrada en el desarrollo de las clases teóricas y prácticas. Finalmente la evaluación total en un examen final que puede ser oral o escrito .

**5.- Duración de la materia**

**14 semanas.**

**6.- Porcentaje de tiempo distribuído en las distintas actividades.**

Clases teóricas, incluyendo seminarios y visitas a laboratorios: 45% del tiempo total.  
Trabajos prácticos se desarrollan en el 55% del tiempo total.

La primera evaluación parcial se realiza al finalizar la mitad del cuatrimestre es decir a las

7 semanas de iniciado el curso. y el segundo y último parcial al finalizar la cursada, con los recuperatorios correspondientes.



#### **8.- Bibliografía fundamental:**

- Buerguer, M.J. (1956). Elementary Crystallography. Wiley, New York.
- Philips, F.C. (1956) An Introduction to Crystallography. Longmans, London.
- Azóroff, L.V. (1968) Elements of X-Ray Crystallography. Mc. Graw Hill Book Co.
- Azóroff, L.V. and Buerguer, M.J. (1958) The powder Method in X-Ray Crystallography.
- Klug, H.P. and Alexander, L. (1954) X-Ray Diffraction Procedures. Wiley, New York.
- Amoros, J.L. (1952) Técnica de análisis Cristalográfico, Madrid.

#### **9.- personal docente de la cátedra.**

Dr. Adrian Mario IÑIGUEZ RODRIGUEZ, Profesor titular ad honorem.