

Caja 3 Doc 10 E121

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

TERCER CURSO PANAMERICANO
DE METALURGIA

Departamento de Metalurgia
Buenos Aires - 1967

**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION**

TERCER

CURSO

PANAMERICANO

DE

METALURGIA

**Departamento de Metalurgia
Buenos Aires - 1967**

INTRODUCCION

El Tercer Curso Panamericano de Metalurgia inicia la programación anual de estos Cursos, cuyas dos anteriores realizaciones tuvieron lugar en 1962 y en 1965.

Quisiéramos sintetizar la génesis de esta labor educativa, y señalar la importancia que tiene para las actividades de un equipo de investigación y de producción y el efecto reproductor que puede esperarse en América Latina.

La mayor parte de los investigadores (fundamentales y tecnológicos) del Departamento de Metalurgia, completó su formación en el exterior y a su regreso inició el desarrollo de trabajos de envergadura. Se adquirió entonces conciencia de que la labor de investigación y la docencia son complementarias y que la tarea que con dedicación exclusiva desarrollaban en investigación y producción se vería enriquecida con el ejercicio docente.

Teniendo en cuenta que en el campo particular de la Metalurgia, la enseñanza necesita disponer de laboratorios y plantas pilotos muy bien equipados, era lógico utilizar las instalaciones del Departamento de Metalurgia, con equipo valuado en 300 millones de pesos, para idear trabajos prácticos como continuación y aplicación de las clases teóricas con participación activa de los alumnos.

La necesidad de perfeccionar continuamente el aspecto práctico de la enseñanza y el incremento de los planes paralelos destinados al reciclado de profesionales de la industria metalúrgica ha conducido al Banco Interamericano de Desarrollo, dentro de los propósitos generales de la Alianza para el Progreso, a otorgar un crédito de un millón de dólares para la compra de equipos y materiales.

Otro requisito importante para la eficiencia de la tarea docente, como es el acceso a la información adecuada, se vería cumplido con la Biblioteca del Departamento de Metalurgia, que cuenta con más de dos mil volúmenes especializados y recibe noventa publicaciones periódicas.

Finalmente, las múltiples implicaciones de la metalurgia general (incluso de ferrosos) en la tecnología nuclear, obliga a los

metalurgistas nucleares a adquirir un íntimo conocimiento de los procesos industriales y de su evolución en el país y en el extranjero. El Servicio de Asistencia Técnica a la Industria Metalúrgica asegura las relaciones con la industria argentina y las frecuentes visitas de especialistas extranjeros mantiene el contacto con los avances de la tecnología mundial.

Se comprende así que el Departamento de Metalurgia reúne todos los elementos humanos y materiales indispensables para encarar una labor de enseñanza de nivel postuniversitario.

Quedaba por resolver el enfoque a dar a esta enseñanza, es decir, los correspondientes planes de estudio. La experiencia recogida en centros universitarios europeos y estadounidenses, y las conclusiones emanadas del Simposio Internacional sobre el Impacto de la Metalurgia Física en la Tecnología, celebrado en Bariloche en 1962, fueron concordantes y decisivos: en estos momentos de desarrollo de la "ciencia de los materiales", dentro de la cual la metalurgia ocupa un lugar preponderante, es de importancia reunir físicos del sólido y tecnólogos en actividades conexas que obliguen al diálogo y despierte inquietudes mutuas.

Basado en estas premisas el plan de estudios de los Cursos Panamericanos de Metalurgia comprende un ciclo básico durante el cual se tratan los conceptos fundamentales de metalurgia física o de tecnología y los últimos estudios tendientes a relacionar ambas disciplinas, como se deduce de la nomenclatura de las materias: Solidificación y Fundición, Transformaciones de Fase y Tratamientos Térmicos, Comportamiento Mecánico y Trabajo de Metales.

Establecidas así las bases de metalurgia general, se inicia un ciclo de especialización en tecnología o en metalurgia física, con una elevada proporción de profesores extranjeros provenientes de las mejores universidades europeas y estadounidenses y cuya colaboración se ha logrado mediante la cooperación del Consejo Británico de Relaciones Culturales, la Fundación Ford y el Servicio de Cooperación Técnica de la Dirección General de Asuntos Culturales y Técnicos del Ministerio de Relaciones Exteriores de Francia.

Durante el curso se utilizaron las nuevas técnicas pedagógicas, métodos audiovisuales y enseñanza programada y la parte práctica comprendió en el primer ciclo, trabajos por equipos de dos alumnos sobre temas a tratar en seminarios conjuntos, y en el segundo ciclo un trabajo individual sobre la especialización a que el ingeniero alumno piensa dedicarse en su actividad posterior.

La publicación emanada de la Conferencia sobre la Aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo de América Latina, organizada por la UNESCO en Santiago de Chile en 1965, comienza así:

"A partir de los problemas sociales, económicos y políticos que afectan a la educación en general, los problemas principales en materia de enseñanza de las ciencias en América Latina se refieren a la escasez de profesores, a la mayor escasez aún de profesores bien preparados, a los programas de estudio anticuado, a la ausencia casi total de experimentación por parte de los alumnos de nivel primario y secundario, al aprendizaje fundado principalmente en la memorización, a la falta de conexión con los adelantos técnicos modernos, al débil o ningún estímulo al espíritu de investigación, y a la poca o ninguna utilización de técnicas modernas de enseñanza."

Si extrapolamos este párrafo como síntesis de lo que falta en materia de educación, comprobamos que hemos puesto especial cuidado en el tratamiento de cada punto allí señalado. Nos encontramos así dentro de las directivas generales de UNESCO que a partir de este año patrocina estos cursos y colabora en su realización.

La Organización de los Estados Americanos colabora con esta tarea otorgando becas para participantes de los distintos países americanos; nuestros deseos son que en el futuro contemos también con becas que este año otorgan por primera vez entidades argentinas oficiales y privadas: Astarsa, Fuerza Aérea Argentina, Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba (IMAF) y Secretaría de Estado de Guerra.

La especialización lograda con el esquema enunciado suministra a los ingenieros-alumnos, los elementos necesarios para abordar cualquier especialización metalúrgica, y ayudar así a resolver el problema de la formación de metalurgistas capaces de actuar eficazmente en la tecnología actual; problema que nos es particular de Argentina. En efecto, en toda latinoamérica se reproducen nuestras condiciones, y es por eso que la Comisión Nacional de Energía Atómica realiza el esfuerzo de dar a estos cursos un carácter panamericano. El número de candidatos extranjeros es creciente ante cada realización y gran cantidad de los participantes son profesores universitarios en sus países de origen, asegurando tales actividades la fructificación y reproducción de nuestro esfuerzo.

TERCER CURSO PANAMERICANO DE METALURGIA

Directora del Curso NELLY H.A. DE LIBANATI (CNEA)

Supervisores

Dr. C. ARAOZ
 Dr. E. BISOGNI
 Dr. J. COLL
 Ing. A. LEYT
 Dr. C.M. LIBANATI
 Ing. J. MAZZA

del Dpto. de Metalurgia de CNEA

Profesores

El personal docente, integrado por profesores universitarios argentinos, por investigadores de la Comisión Nacional de Energía Atómica y por profesores extranjeros especialmente contratados, fue el siguiente:

Dr. R.L. APPS	The College of Aeronautics (Cranfield, Inglaterra)
Ing. H. BILONI	Departamento de Metalurgia de la CNEA (Argentina)
Dr. F. BOLLING	Ford Research Laboratory (EE.UU.)
Dr. A. BONFIGLIOLI	Departamento de Metalurgia de la CNEA (Argentina)
Dr. L. BOSCHI	Departamento de Metalurgia de la CNEA (Argentina)
Dr. G. CABANE	Commissariat a l'Energie Atomique (Saclay, Francia)
Dr. W. R. CAHN	University of Sussex (Inglaterra)

Dr. L. CORREA DA SILVA	Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Brasil)
Dr. P. COULOMB	Faculté des Sciences de Toulouse (Francia)
Dr. S. ENGLER	Giesserei Institut, Aachen (Alemania)
Dr. F. FOOTE	Argonne National Laboratory (E.E.U.U.)
Dr. A. FUNES	Departamento de Metalurgia de la CNEA (Argentina)
Dr. D. GIBBONS	Case Institute of Technology (E.E.U.U.)
Dr. A. GUINIER	Faculté des Sciences de Paris (Francia)
Ing. J. KITTL	Departamento de Metalurgia de la CNEA (Argentina)
Ing. C. MARTINEZ VIDAL	Departamento de Metalurgia de la CNEA (Argentina)
Dr. G. SCHOECK	Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro" de Bariloche (Argentina)
Dra. S.V. DE TANIS	Departamento de Metalurgia de la CNEA (Argentina)
Ing. D.I. VASSALLO	Departamento de Metalurgia de la CNEA (Argentina)
Dr. O. WITTKE	Universidad de Chile
Dr. J. H. WOODHEAD	University of Sheffield (Inglaterra)
Ing. O. WORTMAN	Departamento de Metalurgia de la CNEA (Argentina)

ALUMNOS EGRESADOS**LUIS E. BRAUN BIDAU****Procedencia: ARGENTINA****Jefe de Control de Producción y
Planificación de Astarsa Argentina.****NORA VIVIANA CALP****Procedencia: ARGENTINA****Jefe de Trabajos Prácticos del
IMAF (Córdoba).****MARIO LEONCIO CAMMISA****Procedencia: ARGENTINA****Ingeniero de las Fuerzas Armadas.****ORLANDO EULER DE CASTRO****Procedencia: BRASIL****Investigador del Instituto Metalúr-
gico EFMOP, Ouro Preto****ROBERTO OMAR CIRIMELLO****Procedencia: ARGENTINA****Investigador de CNEA.****CARLOS TULIO DURAN GARCIA****Procedencia: COLOMBIA****Ingeniero metalúrgico de Acerías
Paz del Río S.A.**

- | | |
|------------------------------|---|
| JUAN ELIAS FONTANA SALEME | Procedencia: ARGENTINA
Profesor de la Universidad del
Litoral, Rosario. |
| ELVIO JOSE LENTA | Procedencia: ARGENTINA
Investigador en el Centro de Inv.
Metalúrgicos, Córdoba. |
| ALBERTO HECTOR LINDOW | Procedencia: ARGENTINA
Ing. Aeronáutico de Industrias
Mecánicas del Estado. |
| EDUARDO GUILLERMO MAZER | Procedencia: ARGENTINA
Investigador de CNEA. |
| OSCAR MANUEL MEDINA BELTRAN | Procedencia: PERU
Profesor de la Facultad de Minería,
UNI. |
| THOMAS LAWRENCE READ | Procedencia: EE.UU.
Stanford University. |
| LUIS GUSTAVO ROSCH CABRIGNAC | Procedencia: CHILE
Profesor de la Universidad Técnica
Santa María. |
| CARLOS ANTONIO WYSZLAWSKI | Procedencia: ARGENTINA
Investigador de CNEA. |

PLAN DE ESTUDIO

Ciclo Básico

Fecha de iniciación	6 de marzo de 1967
Ultimo día de clases	30 de junio
Exámenes eliminatorios	17 de julio
	21 de julio

Cursos	Clases teóricas
Introducción a la Metalurgia	24 horas
Instrumental	12 horas
Termodinámica metalúrgica	10 horas
Cristalografía	12 horas
Difracción de Rayos X	18 horas
Estructura, Elasticidad, Plasticidad	25 horas
Solidificación y Fundición	25 horas
Comportamiento Mecánico y Trabajado de Metales	36 horas
Transformaciones de Fase y Tratamientos Térmicos	18 horas
Fundamentos de la Metalurgia Moderna	10 horas
Total de clases teóricas	190 horas
Total de clases prácticas	400 horas

Ciclo de especialización

Fecha de iniciación	1 de agosto
Ultimo día de clases	30 de noviembre
Exámenes finales	5-12 de diciembre
Colación de grados	13 de diciembre

Cursos

Especialidad Metalurgia Física

Propiedades electrónicas de metales y aleaciones	30 horas
Las imperfecciones cristalinas y su importancia en la Física del Estado Sólido	15 horas
Microscopía Electrónica	25 horas
Deformación plástica y Dislocaciones	30 horas
Total de clases teóricas	100 horas

Especialidad Metalurgia Tecnológica

Fundición	27 horas
Tratamientos Térmicos	31 horas
Trabajado de Metales	27 horas
Soldadura	15 horas
Total de clases teóricas	100 horas

Materias comunes a ambas especialidades

Metalurgia Nuclear y Elementos Combustibles	25 horas
Metalurgia Física de Metales Nucleares	20 horas
Total de clases teóricas	45 horas

CICLO BASICO
MATERIAS DICTADAS

Introducción a la Metalurgia

Prof. Ing. J. Kittl

Ing. D. Vassallo

Programa

Qué es un metal ?
Preparación de superficies .
Deformación de metales.
Principios de termodinámica .
Diagramas de equilibrios .
Solidificación .
Soluciones sólidas .
Transformaciones en estado sólido .
Transformaciones en aceros .

Instrumental

Prof. Dr. L. Boschi

Programa

Medición de energía eléctrica .
Pirometría .
Controladores .
* Registradores .
Hornos y Refractarios .
Bajas Presiones .
Células Fotoeléctricas .
Ensayos no destructivos .
Diseño de Instrumental .

Termodinámica Metalúrgica

Prof. Dr. Luiz Correa da Silva

Programa

1a. Parte. Conceptos:

Introducción.

Termodinámica de interés para el metalurgista.

Cinética.

Reacciones metalúrgicas y reacciones de interés para el metalurgista.

2a. Parte. Aplicaciones:

Ejemplos de aplicación de la termodinámica y de la cinética en la interpretación y solución de problemas metalúrgicos.

Cristalografía

Prof. Dr. O. Wittke

Programa

La periodicidad de la estructura atómica de los cristales.

Simetría.

Los 7 sistemas cristalográficos.

Estructuras compactas cúbicas y hexagonales.

Proyección estereográfica.

Introducción al estudio de los grupos espaciales.

Estructura atómica de metales y aleaciones.

Anisotropía de algunas propiedades de los cristales.

Generación, detección y algunas propiedades de los rayos X.

Tratamiento geométrico de la interferencia de rayos X en cristales. Ecuaciones de Laue y de Bragg.

Factor de estructura.

Difracción de Rayos X

Prof. Dr. A. Bonfiglioli

Programa

Difracción de ondas por los cristales.
Los Rayos X.
Métodos experimentales.
Aplicaciones de los métodos radiocristalográficos.
Efectos de las imperfecciones cristalinas en la difracción.

Estructura, Elasticidad, Plasticidad

Prof. Dr. Amílcar J. Funes

Programa

Estados condensados de la materia.
Estructura y propiedades de cristales.
Elasticidad.
Plasticidad.
Difusión.
El fenómeno de ordenamiento en soluciones sólidas.
Propiedades magnéticas.

Solidificación y Fundición

Prof. Ing. H. Biloni

Programa

Solidificación:
Introducción. Nucleación.
Crecimiento en metales puros.
Redistribución del soluto.
Sobreenfriamiento constitucional.
Subestructuras de segregación.
Segregación.
Eutécticos.

Recuperación y Recristalización:

Concepto de recocido.
 Recristalización.
 Crecimiento de grano.
 Recristalización secundaria.

Fundición:

Flujo del líquido en el molde.
 Extracción calórica a través del molde.
 Tensiones térmicas durante la solidificación.
 Estructura de fundición.
 Segregación en los lingotes.
 Cambios de volumen durante el proceso de solidificación.
 Topografía superficial debido al proceso de solidificación.

Comportamiento Mecánico y Trabajado de Metales

Prof. Ing. Carlos A. Martínez Vidal

Programa

Comportamiento mecánico:

Introducción.
 Análisis de tensiones y de deformaciones.
 Relaciones tensión-deformación elásticas.
 Relaciones tensión deformación plásticas.
 Fracturas.

Ensayos mecánicos:

- a) Tracción e inestabilidad plástica.
- b) Compresión y fricción.
- c) Torsión, corte, doblado, etc.

Influencia de distintos parámetros metalúrgicos en la deformación.

Influencia de la temperatura y creep.

Influencia de la velocidad de deformación.

Influencia de las tensiones cíclicas y fatiga.

Tensiones residuales.

Trabajado de metales:

Métodos de investigación en el trabajado de metales.

Clasificación de procesos.
 Problemas de fricción y lubricación
 Textura por trabajado.
 Laminación.
 Forjado.
 Extrusión.
 Trefilado.

Transformaciones de Fase y Tratamientos Térmicos
 Prof. Ing. J. Kittl

Programa.

Diagramas de equilibrio binario y ternario.
 Transformaciones controladas por difusión:
 masiva y tipo perlítica.
 Transformación sin difusión (martensita).
 Transformación isotérmica: curvas TTT.
 Tratamientos térmicos: equipos y técnicas.
 Templado y Revenido.

Fundamentos de la Metalurgia Moderna
 Prof. Dr. R.W. Cahn

Programa

Solidificación-
 Endurecimiento.
 Nucleación.
 Recristalización.
 Films delgados.
 Problemas de semiconductores.
 Vidrios.
 Carbón.
 Polimeros.
 Cerámicos.
 La batalla entre polímeros y metales.
 El potencial de material de base vidrio.
 El problema de cómo superar la fragilidad
 en cerámicas.
 El desafío de la microelectrónica.

TRABAJOS PRACTICOS

Introducción a la Metalurgia

Prof. Ing. J. Kittl

Ing. D. Vassallo

Programa

El uso del microscopio.
 Pulido químico y mecánico, Deformación superficial Zn, Cd, Cu, Al.
 Pulido electrolítico.
 Observación de metales deformados.
 Recristalización: recocido de un metal deformado.
 Eutécticos. Análisis térmico en Cd-Zn y observación metalográfica de otros casos.
 El sistema Cu-Zn. Observación metalográfica.
 Observación de martensita en aleaciones Cu-Zn.
 El sistema Cu-Sn. Observación metalográfica.
 El Diagrama FeC. Observación metalográfica. Fundiciones. Acero.

Termodinámica Metalúrgica

Prof. Dr. Luiz Correa da Silva

Programa

Problemas de aplicación.

Cristalografía

Prof. Dr. J. Wittke

Programa

Problemas de aplicación.

Difracción de Rayos X**Prof. Dr. A. Bonfiglioli****Programa****Problemas.****Trabajo en laboratorio.****Trabajos Prácticos Generales****Prof. Dra. S.V. de Tanis**

Solidificación y fundición. Estudio del sobre-
calentamiento y efecto del soluto sobre la es-
trutura de fundición.

Estudio del envejecimiento de aleaciones lige-
ras.

Influencia de los tratamientos térmicos en la
estructura de las aleaciones hierro carbono.

Transformaciones isotérmicas de un acero es-
pecial (perlita, bainita, martensita).

Ensayo Jominy (transformaciones anisotérmicas).

Tracción con micromáquina (estudio de la de-
formación plástica).

Ensayos de tracción, estudio de la estricción.

Deformación crítica.

Deformación en frío y en caliente de aleaciones
hierro carbono, de latones, (70-30 y 80-40) de
cupro aluminio 90-10. Influencia del sobrecalen-
tamiento.

Durometría.

Resolución de problemas. Utilización de tablas
y manuales.

CICLO DE ESPECIALIZACION

MATERIAS DICTADAS

ESPECIALIDAD METALURGIA FISICA

Propiedades electrónicas de metales y aleaciones

Prof. Dr. D.F. Gibbons

Programa

Conceptos de física atómica.
El estado metálico.
Propiedades de los electrones de conducción.
Rol de los electrones de conducción en: teoría de aleaciones, soluciones sólidas diluidas, resonancia magnética nuclear, paramagnetismos, ferromagnetismo, fundiciones de ondas localizadas, teoría de bandas, metales de transición, superconductividad de tipo I y II.

Las imperfecciones cristalinas y su importancia en la física del estado sólido

Prof. Dr. A. Guinier

Programa

Clasificación de las imperfecciones cristalinas.
Las dislocaciones.
Vacancias e intersticiales.
Estudios experimentales de los defectos cristalinos.
Evidencia experimental de los defectos puntuales.
Perturbaciones homogéneas en la red.
Defectos de periodicidad que destruyen el orden de largo alcance.

Microscopía electrónica

Prof. Dr. P. Coulomb

Programa

La microscopía electrónica

- a) Nociones de óptica magnética
- b) Descripción somera de un microscopio electrónico.
- c) La difracción de los electrones: teoría geométrica, microdifracción.

Examen de láminas delgadas en el microscopio electrónico.

- a) Las diversas técnicas de examen.
- b) La teoría cinemática de la difracción de neutrones.
- c) El microscopio iónico a emisión de campo.

Deformación plástica y dislocaciones

Prof. Dr. G. Schoeck

Programa

Dislocaciones en cristales.

Movimiento de dislocaciones.

Tensión crítica en dislocaciones: interacción entre dislocaciones y entre dislocaciones e impurezas.

Endurecimiento por trabajado: por solución sólida; por precipitación; por límite de grano.

Deformación a alta temperatura, creep.

Fricción interna debido a dislocaciones.

Fractura dúctil y frágil.

Problemas especiales.

ESPECIALIDAD METALURGIA TECNOLÓGICA

Fundición

Prof. Dr. Ing. S. Engler

Programa

- I. Fundamentos
 - Solidificación.
 - Colabilidad.
 - Flujo calórico
 - Producción de fundiciones sanas.
- II. Metalurgia de aleaciones fundidas.
 - Metales no ferrosos
 - Fundición gris.
 - Fundición nodular.
 - Fundición blanca.
 - Fundición maleable.
 - Aceros fundidos.
- III. Procesos de moldeo y fundición.

Tratamientos Térmicos

Prof. Dr. G.H. Woodhead

Programa

- Principios.
- Difusión, nucleación y crecimiento.
- Transformaciones controladas por difusión.
- Precipitación de soluciones sólidas, transformaciones orden-desorden, descomposición eutectoidea.
- Transformaciones martensíticas.
- Ingerencia de la microestructura sobre las propiedades.
- Aceros al carbono y aceros de baja aleación.
- Transformaciones isotérmicas: Curvas TTT,

tamaño de grano austenítico, perlita, bainita.
 Enfriamiento continuo.
 Recocido, normalizado, templado, martensita.
 "Austempering", "martempering".
 Susceptibilidad de temple, revenido.

Aceros de alta aleación.
 Fundición de los elementos aleantes en aceros.
 Clasificación de Weaver.
 Mecanismos de endurecimiento en aceros.
 Aceros martensíticos, endurecimiento secundario, "ausforming".
 Aceros austeníticos, endurecimiento por precipitación.
 Aceros de transformación controlada: aceros "maraging".

Aleaciones no ferrosas.
 Aleaciones de cobre: cobre berilio, bronce al aluminio.
 Aleaciones de aluminio: endurecimiento por precipitación.
 Aleaciones de magnesio: endurecimiento por precipitación.
 Aleaciones de níquel: aleaciones endurecidas por envejecimiento, resistencias al creep y a la oxidación.
 Aleaciones de titanio y zirconio.

Trabajo de metales

Prof. Ing. C.A. Martínez Vidal

Programa

Introducción al trabajo de metales.
 Notación tensorial.
 Análisis de tensiones.
 Análisis de deformaciones.
 Relaciones tensión-deformación.
 Métodos de solución de problemas de trabajo:

- a) de energía uniforme de deformación.
- b) de "bloque" ("Slab").
- c) visioplasticidad.
- d) campo de deslizamiento ("slip-line field").
- e) teoremas de límite inferior y superior.
- Problemas de fricción y lubricación.
- Procesos de forjado.
- Procesos de laminación.
- Procesos de trafilación.
- Otros procesos tradicionales.
- Tendencias actuales en el trabajado de metales.

Introducción a Soldadura

Prof. Ing. O. Wortman

Programa

"Método de electrodo consumible e inconsumible bajo gas inerte. Fuentes de poder para soldadura por arco".

Soldadura

Prof. Dr. R.L. Apps

Programa

Los procesos de soldadura por arco.
 Práctica de soldadura por arco.
 Principios de la soldadura por arco.
 Soldadura por resistencia.
 Principios de soldadura por resistencia.
 Soldadura por presión. Soldadura por forjado.
 Otros procesos.
 Soldadura con solo fusión del metal de aporte.
 Principios de "Brazing" y "Soldering".

MATERIAS COMUNES A AMBAS ESPECIALIDADES

Metalurgia Nuclear y Elementos Combustibles

Prof. Dr. F. Foote

Programa

Definición de materiales nucleares y metalurgia nuclear.
 Reacciones nucleares en relación a la selección de materiales.
 Reactores: generalidades, tipos, componentes principales.
 Metalurgia de uranio. Procesamiento y fabricación.
 Metalurgia de torio, de plutonio y sus aleaciones.
 Materiales cerámicos en elementos combustibles.
 Fabricación de núcleos cerámicos y metálicos.
 Operaciones de envainado. Control. Ensayos no destructivos.
 Ciclo de combustibles.

Metalurgia Física de Metales Nucleares

Prof. Dr. G. Cabane

Programa

- A. Introducción: caracteres particulares de la Metalurgia Nuclear.
- B. Clasificación: los metales y aleaciones nucleares.
- . Métodos de la Metalurgia Física.
 Reticulado perfecto. Defectos.
 Transformaciones de fases.
 Difusión.
- . Deformación plástica.
 A. Mecanismos de deformación (Mg, Zr, Sn y U)
 B. Fluencia (Mg, Aceros)
 C. Investigaciones de aleaciones en propiedades mejoradas (UMo-Mg Zn)
 D. Transición frágil-dúctil.
- Efectos de las radiaciones.
 A. Las radiaciones. Reacciones nucleares.
 B. Los defectos debidos a la irradiación.
 C. Principios de los cálculos.
 D. Efectos macroscópicos.

TRABAJOS PRACTICOS

Especialidad Metalurgia Física

- | | |
|-----------|--|
| Tema | "Generalización de la Ley de Porod para la difusión a pequeños ángulos de rayos X por sistemas anisotrópicos". |
| Alumno | Srta. Nora V. Calp |
| Dirección | Dr. A. Bonfiglioli, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA |
| Tema | "Transformación de ordenación en aleación Cu-Al". |
| Alumno | Sr. Juan E. Fontana Saleme |
| Dirección | Ing. J. Kittl, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA |
| Tema | "Transformación γ - α en aceros". |
| Alumno | Sr. José E. Lenta |
| Dirección | Ing. J. Mazza, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA |

Especialidad Tecnología

- | | |
|-----------|--|
| Tema | "Proposal sobre la posible sustitución de la radiografía por ultrasonido en el control de soldadura". |
| | "Modificación de la máquina de soldar, sistema SIGMA, existente en el taller para soldar espesores de 0.1mm. |
| Alumno | Sr. Luis E. Braun Bidau |
| Dirección | Ing. O. Wortman, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA |

- Tema "Medición de tensiones radiales sobre la trefila en la trefilación de latón (70-30) y Cobre".
- Alumno Sr. Mario L. Cammisa
- Dirección Ing. C. Martínez Vidal, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema "Estudio del comportamiento mecánico de aleaciones comerciales de Al para la compatibilidad de marco y nucleo en elementos combustibles RA-3".
- Alumno Sr. Roberto O. Cirimello
- Dirección Ing. C. Martínez Vidal, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema "Fusión Crumox" Estructura martensítica de alta resistencia al desgaste".
- Alumno Sr. Carlos T. Durán Garcia
- Dirección Sr. B. Rapaport de Fundiciones Santini
-
- Tema "Prensado hidrostático como método de formado plástico".
- Alumno Sr. Alberto H. Lindow
- Dirección Ing. H. Koll e Ing. C. Martínez Vidal, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema "Trabajo de Instituto Nacional de Reaseguros. Identificación de motores de numeración adulterada".
- Alumno Sr. Eduardo G. Mazer
- Dirección Ing. O. Wortman, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA

Tema	"Fusión Crumox" Estructura martensítica de alta resistencia al desgaste."
Alumno	Sr. Manuel Medina Beltrán
Dirección	Sr. B. Rapaport de Fundiciones Santini.
Tema	"Un estudio de chapa galvanizada".
Alumno	Sr. Thomas L. Read
Dirección	Ing. Casella, de Gurmendi S.A.
Tema	"Utilización de cobre de cementación para sinterizar."
Alumno	Sr. Luis G. Rosch Cabrignac
Dirección	Dr. C. Araoz, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA
Tema	"Recuperación de UO_2 de elementos combustibles fallados, por vía seca."
Alumno	Sr. Carlos Wyszlawski
Dirección	Dr. C. Araoz, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA
Tema	"Efecto de la extracción calórica sobre la subestructura en un lingote de Al-2%Cu."
Alumno	Sr. Orlando E. de Castro
Dirección	Ing. H. Biloni, del Dpto. de Metalurgia de la CNEA

ACTIVIDADES EXTRA - CURSO

SEMINARIOS

- L. CORREA DA SILVA (IPT, San Pablo, Brasil)
"La metalurgia como Ciencia, Técnica e Industria"
- F. BOLLING (Ford Research Lab. Detroit EE.UU.)
"Ideas actuales sobre el límite de grano"
- F. BOLLING (Ford Research Lab. Detroit EE.UU.)
"Desarrollo de la investigación metalúrgica en el
Ford Research Lab."
- A. FUNES (CNEA-Armada Nacional)
"Presión magnética"
- R.W. CAHN (Universidad de Sussex-Gran Bretaña)
"Algunas relaciones entre el comportamiento mecánico
y ferromagnético"
- J.R. GALVELE (CNEA)
"Comportamiento anódico del hierro durante la defor-
mación"
- Z. ZARETZKY (Cerámica Industrial Haedo)
"Hormigones Refractarios"
- C. RODRIGUEZ, J. COLLI, J. KITTL y M. MARCONE (CNEA)
"Origen de arresto térmico anómalo en el uranio beta"
- L. BOSCHI y E. GARCIA (CNEA)
"Manómetros para equipos de ultra alto vacío en el rango
de 1 a 760 torr"
- L. CORREA DA SILVA (IPT, San Pablo, Brasil)
"Investigación siderúrgica en América Latina"

- I. MALMEJAC (CENG, Grenoble, Francia)
"Algunos modelos para la transformación sólido-líquido"
- F.D. de DESTAILLATS y C.M. LIBANATI (CNEA)
"Autodifusión de Zr y Hf en fase"
- D.F. GIBBONS (Case Institute of Technology, EE.UU.)
"Actividades del Centro de Estudios de Materiales del
Case Institute of Technology"
- S. ENGLER (Gisserei-Institut, Aachen, Alemania)
"Investigaciones recientes en fundición"
- J. WOODHEAD (Universidad de Sheffield, Gran Bretaña)
"Aspectos cuantitativos de los procesos de nucleación y
crecimiento"
- A. GUINIER (Faculté des Sciences, Orsay, Francia)
"Una estructura muy particular: un metal en dos dimensiones"
- M. SINDZINGRE (Ecole des Mines de Paris)
"Endurecimiento por precipitación coherente ordenada"
- P. COULOMB (Faculté de Toulouse, Francia)
"Texturas de deformación"
- J. GARRIDO (Director del Centro Regional de la UNESCO para el fomento
de la Ciencia en América Latina)
"El valor de la determinación de las estructuras cristalográficas
por métodos de difracción"
- G. SCHOECK (Instituto de Física Dr. José Balseiro)
"Endurecimiento por trabajado en aleaciones con orden de
largo alcance"
- R. MEDRANO (Instituto de Física Dr. José Balseiro)
"Rol de las dislocaciones de hélice y borde en la deformación
plástica de aluminio"

- G.R. FITTERER (Center for Study of Thermodynamic Properties of Materials, de la Universidad de Pittsburgh, EE.UU.)
 "Entropía parámetros de red y fenómenos de alta temperatura en metales"
- R.L. APPS (The College of Aeronautics, Gran Bretaña)
 "Actividades del Departamento de Materiales del College of Aeronautics"
- F. FOOTE (Argonne National Laboratory, EE.UU.)
 "Utilización del plutonio en reactores térmicos"
- G. CABANE (Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, Francia)
 "Actividades del Departamento de Metalurgia del Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay"

VISITAS

ACINDAR S.A. (San Nicolás, Pcia. de Buenos Aires)

ACINFER (San Nicolás, Pcia. de Buenos Aires)

ALTOS HORNOS ZAPLA (Pcia. Jujuy)

ASTARSA S.A. (Tigre, Pcia. de Buenos Aires)

CAMEA S.A. (Capital Federal)

CENTRO ATOMICO EZEIZA (Buenos Aires)

Centro de Investigaciones Metalúrgicas (Córdoba)

DALMINE SIDERCA S.A. (Campana, Pcia. Buenos Aires)

DINFIA S.A. (Pcia. de Córdoba)

Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Córdoba

Facultad de Ingeniería Química (Santa Fe)

FIAT ARGENTINA (Pcia. de Córdoba)

Fundiciones SANTINI (Pcia. de Buenos Aires)

GURMENDI S.A. (Avellaneda, Pcia. Buenos Aires)

Industrias KAISER ARGENTINA (Córdoba)

Industrias PIRELLI (Capital Federal)

Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad de Córdoba (Pcia. de Córdoba)

Instituto de Investigaciones Aeronáuticas y Espaciales
(Pcia. de Córdoba)

Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas - LEMIT - (La Plata, Pcia. de Buenos Aires)

MARATHON S.A. (San Nicolás, Pcia. de Buenos Aires)

MINA DON OTTO - CNEA (Pcia. Salta)

SIAM DI TELLA, División Electromecánica (San Justo,
Pcia. de Buenos Aires)

SOMISA S.A. (San Nicolás, Pcia. de Buenos Aires)

TURRI S.A. (Capital Federal)

Universidad Nacional de Córdoba (Pcia. de Córdoba)

Universidad Nacional de La Plata (La Plata, Pcia. de
Buenos Aires)

Universidad Nacional de Tucumán, (Pcia. de Tucumán)

Universidad Nacional del Litoral (Rosario, Pcia. de
Santa Fe)

ACTIVIDADES CULTURALES Y SOCIALES EXTRA CURSO

Los alumnos pudieron seguir el ritmo cultural y artístico de la ciudad de Buenos Aires y visitar lugares turísticos del interior del país gracias a la colaboración de:

- A. La Secretaría de Cultura de la Municipalidad de la ciudad de Buenos Aires, que facilitó entradas gratuitas para las funciones de los teatros: Del Bajo, Sarmiento, Museo Larreta y teatro Colón.
- B. El Instituto Torcuato Di Tella que facilitó entradas gratuitas para las actividades de sus centros de arte: conferencias, conciertos, exposiciones y funciones del Teatro del Instituto.
- C. La Universidad Nacional de Tucumán facilitó el transporte para las excursiones a los alrededores de Tucumán.
- D. La Universidad Nacional de Córdoba que facilitó el transporte para las visitas a los distintos establecimientos metalúrgicos de esa zona.

Durante los viajes de estudio realizados al interior de la República se organizaron y financiaron las siguientes excursiones turísticas y visitas culturales:

- 1. La Plata (a 56 km. de la ciudad de Buenos Aires)
Visita al Museo de Ciencias Naturales.
Paseo del Bosque.
- 2. Rosario (a 300 km. de la ciudad de Buenos Aires)
Visita al Monumento de la Bandera y su Museo en el Parque Belgrano.
- 3. Córdoba (a 700 km. de la ciudad de Buenos Aires)
Paseos por las sierras: Villa Carlos Paz, Cosquín, La Falda, La Cumbre, Estancia El Rosario, Dique San Jerónimo, Ascochinga.
Paseo en lancha por el lago San Roque.
Visita a Iglesias y Museos de la ciudad de Córdoba.
- 4. San Salvador de Jujuy (a 1.660 km. de la ciudad de Buenos Aires)
Visita a la casa de Gobierno, Iglesia Catedral, Museo Lavalle, Cabildo.
Excursión hasta la Quebrada de Humahuaca, pasando por Purma-

marca, Huacalera, Tilcara, Uquía.
Excursión a Salta por la Cornisa.

5. Salta (a 1.480 Km. de la ciudad de Buenos Aires)
Visita de la Catedral, el Cabildo, el Museo Histórico del Norte, Museo Colonial y de Bellas Artes, del Museo Pajarito Belardez, Monumento a Güemes.
Excursión a la Cuesta del Obispo y al Valle de Lerma.
6. Tucumán (a 1.310 km. de la ciudad de Buenos Aires)
Excursión al Cerro San Javier y Villa Nugués.
Visita a la Casta Histórica de Tucumán y Catedral.
Visita a los ingenios azucareros de los alrededores.
Visita al Parque 9 de Julio.

Es de destacar que los viajes a Córdoba, Jujuy, Salta y Tucumán se realizaron en avión.

CON LA COOPERACION DE:

Banco Interamericano de Desarrollo,
dentro de los propósitos generales
de la Alianza para el Progreso.

Consejo Británico de Relaciones Cul-
turales.

Fundación Ford.

Servicio de Cooperación Técnica de
la Dirección General de Asuntos
Culturales y Técnicos del Ministe-
rio de Relaciones Exteriores de
Francia.

Organización de las Naciones Unidas
para la educación, la ciencia y la
cultura (UNESCO).

BECAS OTORGADAS POR:

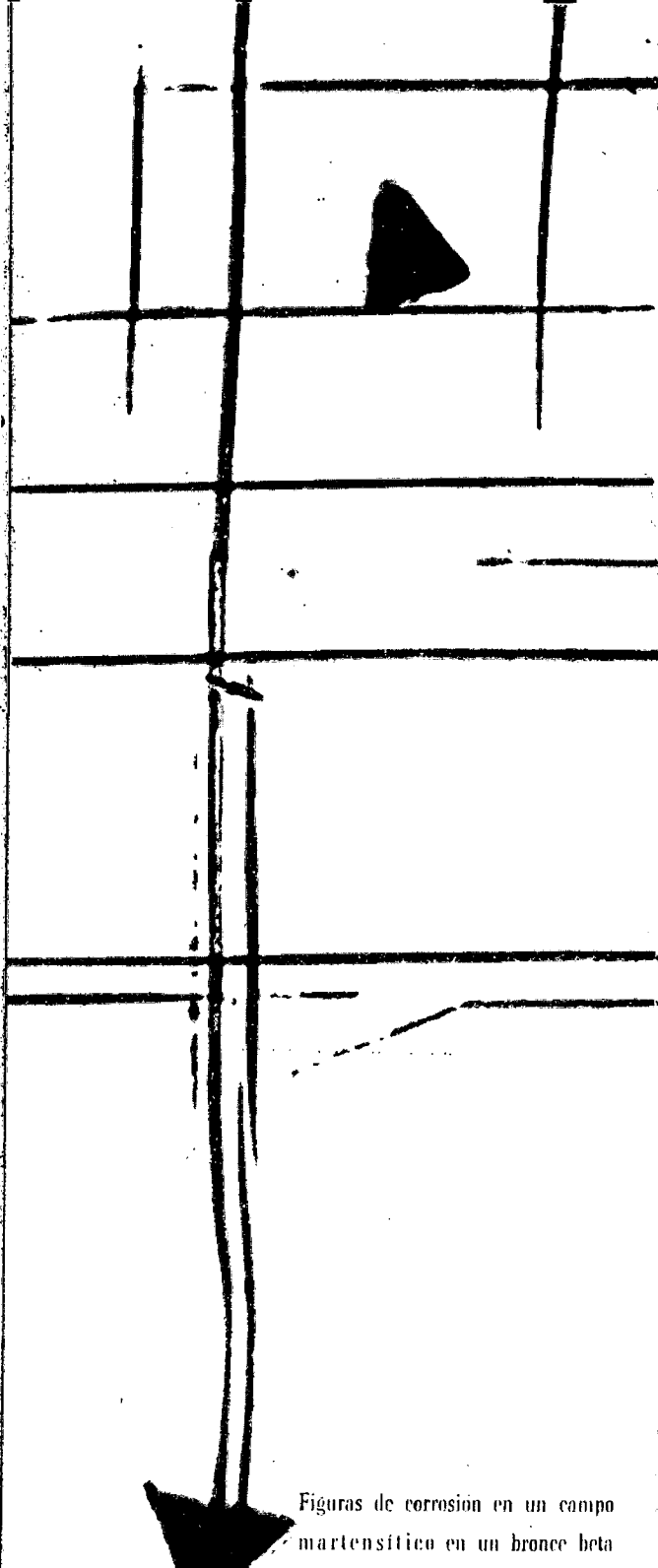
Astarsa

Fuerza Aérea Argentina

Instituto de Matemática, Astronomía
y Física de la Universidad Nacio-
nal de Córdoba (IMAF)

Secretaría de Estado de Guerra

Organización de los Estados Ameri-
canos (OEA)



Figuras de corrosión en un campo
martensítico en un bronce beta