

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

SEPTIMO CURSO PANAMERICANO
DE METALURGIA

PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA
dentro del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (OEA)

Departamento de Metalurgia
Buenos Aires - 1971

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

SEPTIMO

CURSO

PANAMERICANO

DE

METALURGIA

Departamento de Metalurgia
Buenos Aires - 1971

SEPTIMO CURSO PANAMERICANO DE METALURGIA

Iniciación Marzo 1, 1971

Clausura Diciembre 14, 1971

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

Profesores

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

Dr. J. BENARD	Ecole Nationale Supérieure de Chimie, Francia
Ing. H. BILONI	Dpto. Metalurgia, CNEA
Dr. L. BOSCHI	Dpto. Metalurgia, CNEA
Dr. P. BUNSHAH	Universidad de California, USA
Dr. A. CRAIEVICH	IMAF, Argentina
Dr. G. CHADWICK	Universidad de Cambridge, Inglaterra
Dr. J. DE FOUQUET	Universidad de Poitiers, Francia
Ing. L. DE VEDIA	Dpto. Metalurgia, CNEA

Dr. J.R. GALVELE	Dpto. Metalurgia, CNEA
Dr. G.T. HAHN	Battelle Memorial Institute, USA
Dr. H. HELMAN	Universidad Nacional de Rosario, Argentina
Dr. J. HILLAIRET	Centre d'Etudes Nucléaires, Grenoble, Francia
Dr. M. IPOHORSKI	Dpto. Metalurgia, CNEA
Ing. L. IURMAN	Universidad Nacional del Sur, Argentina
Ing. J. KITTL	Dpto. Metalurgia, CNEA
Dra. C. MATTEI	Dpto. Reactores, CNEA
Ing. J. MAZZA	CITEFA, Argentina
Ing. L. MENDEZ	Universidad Nacional de Rosario, Argentina
Dr. R.W. NICHOLS	U.K.A.E.A., Inglaterra
Dr. R. RODRIGUEZ PASQUES	Dpto. Metalurgia, CNEA
Ing. A. SAENZ LOPEZ	Universidad Nacional del Sur, Argentina
Ing. D.I. VASSALLO	Dpto. Metalurgia, CNEA
Dr. M. VICTORIA	Dpto. Metalurgia, CNEA
Lic. J.V. OVEJERO GARCIA	Coordinador de Trabajos Prácti- cos Dpto. Metalurgia, CNEA

ALUMNOS EGRESADOS

MARIO RAUL ABRIATA	Procedencia: ARGENTINA Ingeniero Mecánico Fac. de Ciencias e Ingeniería, Rosario
LAZARO BELINCO	Procedencia: ARGENTINA Ingeniero Electromecánico Dpto. de Metalurgia, CNEA
JULIO CESAR BELISARIO	Procedencia: VENEZUELA Ingeniero Metalúrgico Instituto Politécnico Superior de Barquisimeto
ADOLFO BOLIVAR GRIMALDOS	Procedencia: COLOMBIA Licenciado en Física Fac. de Ingeniería Metalúrgica, Tunja
JOSE D'AMICO NETO	Procedencia: BRASIL Ingeniero Mecánico Esc. de Ingeniería de San Carlos
MANOEL A. COUTO DE CASTRO	Procedencia: BRASIL Ingeniero Civil Inst. Tecnológico de Aeronáutica San José dos Campos
HECTOR ESPEJO	Procedencia: ARGENTINA Ingeniero Electricista Dpto. de Metalurgia, CNEA
ALBERTO ANGEL GEDDO	Procedencia: ARGENTINA Ingeniero Mecánico Universidad Tecnológica Nacional Buenos Aires

JORGE A. JUAREZ ELISSETCHE	Procedencia: ARGENTINA Ingeniero Químico S.E.G.B.A.
PEDRO ADOLFO LANDEYRO	Procedencia: ARGENTINA Ingeniero Químico Universidad Nacional Buenos Aires
HECTOR ANTONIO LOTANO	Procedencia: ARGENTINA Ingeniero Mecánico Dpto. de Metalurgia, CNEA
JUAN MADRID VILLALOBOS	Procedencia: VENEZUELA Ingeniero Metalúrgico SIDOR C.A.
MARIO DANIEL MARQUEZ	Procedencia: ARGENTINA Ingeniero Metalúrgico Univ. Nacional de La Plata
LUIS MESONES BALLIVIAN	Procedencia: PERU Ingeniero Químico Ministerio de Industria y Comercio de Lima
RAUL MONTAÑO CALDERON	Procedencia: BOLIVIA Ingeniero Metalúrgico Comisión Boliviana de Energía Nuclear
JOSE ORTEGA TORAL	Procedencia: BRASIL Ingeniero Metalúrgico Instituto de Pesquisas Tecnológicas San Pablo
WILFREDO PAJARES BRIONES	Procedencia: PERU Ingeniero Químico Cerro de Pasco Corporation

CESAR A. PRIETO RONDON	Procedencia: VENEZUELA Ingeniero Mecánico Universidad de Carabobo
LUIS ALBERTO REYES TASTETS	Procedencia: CHILE Ingeniero Mecánico Ejército de Chile
CARLOS A. RODRIGUEZ CALDERA	Procedencia: MEXICO Químico Metalúrgico Centro de Investig. de Materiales de la UNAM,
CESAR A. RODRIGUEZ MILLA	Procedencia: HONDURAS Licenciado en Física y Matemáticas Universidad de Honduras
CARLOS EDUARDO RUGGIERO	Procedencia: ARGENTINA Licenciado en Física Fac. de Ciencias Exactas, La Plata
DANILO HUGO SANTINELLI	Procedencia: ARGENTINA Ingeniero Metalúrgico Universidad Nacional de La Plata
APOLINAR SIERRA HARTMANN	Procedencia: COLOMBIA Ingeniero Metalúrgico Universidad Tecnológica, Pereira
ALBERTO J.F. TORRES VALENCIA	Procedencia: ECUADOR Ingeniero Mecánico Esc. Sup. Politécnica del Litoral

PLAN DE ESTUDIO

<u>Materias Obligatorias</u>	Clases	
	Teóricas	Prácticas
Introducción a la Metalurgia	20 hs	40 hs
Instrumental	15 hs	12 hs
Termodinámica	15 hs	20 hs
Cristalografía y Difracción de Rayos X	35 hs	45 hs
Elementos de Física del Sólido y Defectos en Metales	41 hs	38 hs
Solidificación y Fundición	30 hs	43 hs
Seminarios y visitas a fábricas		110 hs
Transformación de Fase	24 hs	24 hs
Comportamiento Mecánico de Metales	60 hs	60 hs
Trabajo Mecánico	30 hs	30 hs
Metalurgia de Transformación de Hierros y Aceros	30 hs	18 hs
Trabajo práctico individual		160 hs
TOTAL:	300 hs	600 hs

<u>Materias Optativas de Metalurgia Nuclear</u>	Clases	
	Teóricas	Prácticas
Nucleónica Básica	18 hs	
Introducción a la Metalurgia Nuclear	27 hs	
Integridad de Componentes para Alta Presión y Temperatura	15 hs	
<u>Materias Optativas Generales</u>		
Eufécticos y Materiales Compuestos	18 hs	
Soldadura	24 hs	5 hs
Fricción Interna	18 hs	
Ensayos no Destructivos	22 hs	24 hs
Metalurgia bajo Vacío	15 hs	3 hs
Tecnología del Vacío	24 hs	3 hs
Fractura	42 hs	20 hs
Oxidación Superficial de los Metales y Aleaciones	18 hs	
Defectos Puntuales	18 hs	
Corrosión	24 hs	35 hs
Microscopía Electrónica	15 hs	15 hs

MATERIAS OBLIGATORIAS

INTRODUCCION A LA METALURGIA

Prof. Ing. D.I. Vassallo

Programa

Qué es un metal. Uniones entre átomos. Los metales como cristales. Defectos de la red cristalina. Metalografía. Deformación plástica. Mecanismos de deformación. Recristalización. Diagramas de equilibrio. Regla de las fases de Gibbs. Sistemas binarios. Diferentes sistemas. Solidificación. Microestructuras de solidificación. Segregación. Macrosegregación de solidificación. Transformaciones en estado sólido. Precipitación. Transformaciones eutectoidea y martensítica. Aleaciones a base de hierro. Aceros y fundiciones.

Clases Prácticas

Metalografía
Deformación plástica de metales y aleaciones
Deformación superficial producida por abrasión
Diagramas de equilibrio
Solidificación
Transformación en estado sólido
Aceros

INSTRUMENTAL

Prof. Dr. L. Boschi

Programa

Medición de energía eléctrica. Pirometría. Dilatometría. Controladores: mecánicos, electrónicos, "on off", proporcionales, a programa. Registradores: alta y baja velocidad, oscilógrafos, osciloscopios, potenciométricos. Hornos y refractarios. Hornos eléctricos, materiales calefactores,

hornos a llama, crisoles, baños de sales. Seguros: protección de hornos. Cálculo elemental de hornos de baja potencia.

Bajas presiones: sistemas de bombeo. Ultra alto vacío. Bombas iónicas. Medición de bajas presiones. Detección de pérdidas. Soldadura metal-vidrio, evaporación en alto vacío, metalizado.

Células fotoeléctricas: de vacío, con gas, fotoemisoras, fotoresistivas, circuitos de aplicación en control.

Ensayos no destructivos: magnaflux, ultrasonido, gammagrafía. Medición de deformaciones. Bandas Ohmicas.

Diseño de instrumental. Herramientas mecánicas de precisión. Construcciones desarmables. Bibliografía, libros, revistas, folletos técnicos.

Clases Prácticas

Sistemas de control de temperatura y calibración de termocuplas. Obtención, medición y uso de bajas presiones.

TERMODINAMICA

Prof. Ing. R. Méndez

Programa

Introducción. Conceptos y definiciones fundamentales. Sistema, propiedades, estados de equilibrio, transformaciones. Conceptos de calor y trabajo. Trabajo de expansión. Primer principio de termodinámica. Energía interna, entalpía y calores específicos. El gas ideal.

El segundo principio de termodinámica y la entropía. Concepto de variables de configuración. Cambios reversibles e irreversibles. Equilibrio de sistemas aislados. Ecuaciones combinadas de los dos principios. Ecuaciones Tds.

Equilibrio en sistemas a presión y temperatura constante. La energía libre, sus propiedades fundamentales. Desplazamiento del equilibrio. El cuerpo puro, equilibrio de fases. Ecuación de Clapeyron, Diagrama de fases.

Sistemas de varios componentes. Propiedades molares parciales. El potencial químico. Definición, concepto físico y determinación por el método de las intersecciones. El potencial químico de gases ideales.

Actividad y fugacidad. El potencial químico de componentes de soluciones reales.

Estudio termodinámico de las soluciones binarias. Las soluciones ideales, definición y propiedades. Las soluciones reales. Diagramas de equilibrio de soluciones reales binarias. Solubilidad total y parcial.

Estudio del equilibrio químico. Ecuación general. Constante de equilibrio. Isoterma de reacción.

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

CRISTALOGRAFIA Y DIFRACCION DE RAYOS X

Prof. Dr. A. Craievich

Programa

Estructura reticular de los sólidos cristalinos
 Simetría geométrica de los cristales
 La proyección estereográfica
 Estructura atómica de los metales
 Estructura atómica de aleaciones
 Observación de la materia en escala atómica
 Difracción de ondas por los cristales
 Los rayos X
 Métodos experimentales
 Aplicaciones de los métodos radiocristalográficos
 Efectos de las imperfecciones cristalinas

Clases Prácticas

Problemas:
 Redes y celdas unitarias. Índices de Miller
 Simetría y grupos puntuales. Redes de Bravais
 Proyección estereográfica
 Grupos espaciales
 Posiciones intersticiales
 Proyección de la red recíproca de cristales cúbicos sobre distintos planos y uso de la esfera de Ewald

Ejercicios sobre el factor de difusión y sus anomalías
Cálculo de factores de estructura

Trabajo en laboratorio:

Orientación de monocristales metálicos por el método de Laue en reflexión

Medida precisa del parámetro de la red de metales puros por el método de Debye-Scherrer

Medida del parámetro de orden de largo alcance en la aleación Cu_3Au mediante un difractómetro contador

ELEMENTOS DE FÍSICA DEL SÓLIDO Y DEFECTOS EN METALES

Prof. Dr. M. Victoria

Programa

Elementos de Física del sólido:

Introducción a conceptos de la Física Moderna. Los electrones, composición del átomo, teoría de la luz, el átomo de Bohr, el spin del electrón, principio de Pauli, teoría ondulatoria de la materia.

Desarrollo de la teoría electrónica de los metales. Tipos de sólidos. Teoría de Drude-Lorentz. Teoría de Sommerfeld de los metales.

Teoría de bandas. Regiones prohibidas de energía. Sólidos monoatómicos, superposición de reglas de Hume-Rothery.

Propiedades eléctricas. Ley de Mathieson. Resistividad residual. Conductores metálicos. Semiconductores. Superconductores.

Propiedades magnéticas. Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo. Dominios magnéticos.

Plasticidad de cristales. Ley de Hooke. Deslizamiento, maclado, kinking, líneas de deslizamiento. Esfuerzo de fluencia microscópico y macroscópico.

Imperfecciones. Vacancias, intersticiales. Dislocaciones de borde y hélice. Multiplicación de dislocaciones. Interacción de dislocaciones.

Dislocaciones y propiedades mecánicas de los materiales:

Campo elástico de una dislocación. Energía de una dislocación y fuerza sobre la misma. El concepto de tensión de línea. Fuerzas entre dislocaciones.

Fuentes de dislocaciones. Mecanismos de movimiento: deslizamiento, trepado, jogs.

Interacción de dislocaciones con defectos puntuales.

Dislocaciones en redes reales: el caso de las redes c.c.c. y h.c. La energía de falla de apilamiento. Tetraedro de Thompson. Apilamientos.

Parámetros que afectan la deformación. La estructura cristalina: casos c.c.c., h.c. y c.c. El tamaño de grano. Impurezas y precipitados; endurecimiento por precipitación.

Efectos del trabajado: energía almacenada. Recuperación y poligonización.

Efectos de la temperatura de deformación y procesos térmicamente activados: termofluencia (creep).

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

SOLIDIFICACION Y FUNDICION

Prof. Ing. H. Biloni

Programa

La transición sólido-líquido

Nucleación

Crecimiento cristalino de metales puros

Crecimiento cristalino en presencia de un gradiente positivo de temperatura

Crecimiento dendrítico

Subestructuras de macrosegregación

Redistribución de soluto en función de una interface plana

Redistribución de soluto en presencia de una interface inestable

Defectos asociados al crecimiento cristalino

Estructura de los lingotes

Clases Prácticas

Estructura de lingotes
Subestructuras de segregación en lingotes

TRANSFORMACION DE FASE

Prof. Ing. J. Kittl

Programa

Estabilidad de fases. Interfases de transformación
Crecimiento: crecimiento con activación térmica y crecimiento atermico
Nucleación
Transformación masiva
Transformación martensítica
Procesos de descomposición eutectoidea con difusión I
Procesos de descomposición eutectoidea con difusión II
Precipitación

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

COMPORTAMIENTO MECANICO DE METALES

Profesores Ingenieros H. Helman y A. Sáenz López

Programa

Introducción
Análisis de tensiones y deformaciones
Elementos de las teorías de elasticidad y plasticidad
Ensayos mecánicos
Elasticidad y plasticidad de cristales
Fractura
Recocido
Parámetros físicos que influyen en la deformación plástica

Clases Prácticas

Ensayos mecánicos
Problemas de aplicación

TRABAJADO MECANICO

Prof. Ing. L. Iurman

Programa

- Métodos de investigación en los procesos de trabajado
- Clasificación de los procesos
- Fricción y lubricación
- Tensiones residuales
- Textura
- Procesos de trabajado de laboratorio
- Procesos industriales de trabajado

Clases Prácticas

- Ensayos mecánicos
- Problemas de aplicación

METALURGIA DE TRANSFORMACION DE HIERRO Y ACEROS

Prof. Ing. J. Mazza

Programa

- Hierro y sistemas de equilibrio de base hierro
- Transformaciones de fase
- Metalurgia física de martensita
- Metalurgia física de bainita
- Metalurgia física de ferrita y/o perlita
- Metalurgia física de austenita

Clases Prácticas

- Ensayo Jominy
- Problemas de aplicación

MATERIAS OPTATIVAS DE METALURGIA NUCLEAR

NUCLEONICA BASICA

Prof. Dr. R. H. Rodríguez Pasques

Programa

Atomo
 Propiedades nucleares
 Inestabilidad nuclear
 Desintegraciones isobáricas
 Actividad
 Interacción de radiaciones con la materia
 Fuentes de neutrones y aceleradores de partículas cargadas
 Fisión nuclear

INTRODUCCION A LA METALURGIA NUCLEAR

Prof. Dra. C. Mattei

Programa

Reacción en cadena. Procesos de difusión y moderación. La fórmula de los cuatro factores.

Partes de un reactor. Clasificación de reactores (por energía de los neutrones que causan fisión y por las disposiciones relativas combustibles, moderador).

Potencia. Control. Reactividad. Puesta a crítico de un reactor.

INTEGRIDAD DE COMPONENTES PARA ALTA PRESION Y TEMPERATURA

Prof. Dr. R. W. Nichols

Programa

Introducción general sobre aplicaciones de ingeniería de materiales a componentes de reactores
 Conceptos de mecánica de fractura y su aplicación
 Reducción del efecto de riesgo en fabricación
 Inspección de defectos antes y después del servicio
 El efecto de inspección de irradiación y propiedades
 Breve ejemplo del tubo de presión SGHW

MATERIAS OPTATIVAS GENERALES

EUTECTICOS Y MATERIALES COMPUESTOS

Prof. Dr. G.A. Chadwick

Programa

- Eutéticos binarios y ternarios.
- Clasificación de las estructuras eutécticas
- Leyes de crecimiento
- Formación de subestructuras de colonias
- Uso de los eutécticos como materiales compuestos

SOLDADURA

Prof. Ing. L. de Vedia

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"

Clases Prácticas

- Soldadura con aporte bajo gas inerte (MIG)
- Soldadura con electrodo tungsteno bajo gas inerte (TIG)
- Soldadura por resistencia

FRICCION INTERNA

Prof. Dr. J. de Fouquet

Programa

Fricción interna y anelasticidad de los metales:

Definición de la fricción interna. Ecología. Métodos de procedimientos de medida. Espectros de relajación.

Anelasticidad debida a los defectos puntuales: identificación de los defectos. Determinación de los coeficientes de difusión. Aplicación al estudio del envejecimiento después del templado y del trabajado a los efectos de irradiación, etc.

Anelasticidad debida a las dislocaciones. Resonancia amortiguada. Efectos de histéresis en función de la amplitud. Interacciones de defectos con dislocaciones. Relaciones con el estudio de la deformación plástica.

Fricción interna ligada a los límites del grano

Fricción interna debida a las transformaciones de fase

Fricción interna y fatiga de los metales

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Coordinador Ing. J. Báez

Programa

Los ensayos no destructivos. Importancia técnico-económica. Discontinuidades y defectos en los metales. Selección de los métodos de ensayo.

Ensayo visual. Instrumentos auxiliares de inspección.

Líquidos penetrantes. Campos de aplicación y limitaciones.

Radiografía industrial. Principios del método. Equipos de rayos X y de rayos gamma. Interpretación de radiografías. Inspección de piezas fundidas y de soldaduras. Radioscopia y xerorradiografía.

Ensayo con partículas magnéticas. Principio del método. Equipos para magnetización. Campos de aplicación y limitaciones.

METALURGIA BAJO VACIO

Coordinador Ing. A. Leyt

Programa

Presión
Medición de presión
Producción de vacío
Sistemas de vacío
Pérdidas de vacío y su detección

METALURGIA BAJO VACIO

Prof. Dr. P. Bunshah

Programa

Aplicación de termodinámica y cinética a la Metalurgia bajo Vacío
Metalurgia extractiva
Fusión en vacío, por los siguientes métodos: a) inducción; b) arco;
c) escoria electroconductora; d) bombardeo electrónico; e) levitación
Degasado por vacío
Procesos bajo vacío de destilación y de deposición en fase vapor
Tratamientos térmicos bajo vacío
Aplicaciones metalúrgicas del procesado bajo vacío
Técnicas analíticas

FRACTURA

Dr. G. T. Hahn

Programa

Aspectos macroscópicos de la fractura
Aspectos microscópicos de la fractura
Relación entre los aspectos macro y microscópicos para el caso de
fractura por deformación plana
Fundamentos de la propagación de fisuras
"Fracture toughness"
Zona de deformación plástica en el extremo de una fisura
Condiciones para "plane strain" y "plane stress"
KIC estático y dinámico
Fatiga
Ensayos para determinar calidad del material
Diagrama para el análisis de fractura

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

OXIDACION SUPERFICIAL DE LOS METALES Y ALEACIONES

Prof. Dr. J. Bénard

Programa

Qué es la superficie de un metal? Estructura atómica y electrónica. Métodos de estudio de la superficie de los metales. Microscopía electrónica y microscopía de emisión de campo. Difracción de los electrones Auger.

La adsorción de gases en la superficie de los metales y las consecuencias para sus propiedades. Adsorción física y adsorción química reversible o no reversible.

La nucleación de los óxidos y de manera general, de todos los productos de reacción en la superficie de los metales.

La formación de láminas delgadas. Sus propiedades. Los métodos de estudio. La reacción de oxidación rápida de los metales. Cinéticas de formación de capas espesas. Relación con la difusión iónica en los óxidos. Estructura y morfología.

La oxidación de las aleaciones. Tipos de mecanismos. Consecuencias técnicas.

DEFECTOS PUNTUALES

Prof. Dr. J. Hillairet

Programa

Introducción

Las vacancias térmicas

Vacancias retenidas por templado

Las vacancias de irradiación

Aspectos teóricos

Modelos atómicos

CORROSION

Prof. Dr. J.R. Galvele

Programa

Corrosión química

Corrosión electroquímica - Parte I

Corrosión electroquímica - Parte II

Curvas de polarización, su determinación y uso
Pasivación de metales
Ataque localizado de metales
Corrosión bajo tensiones
Aleaciones resistentes a la corrosión

Clases Prácticas

Oxidación a alta temperatura
Pares galvánicos
Pasivación

MICROSCOPIA ELECTRONICA

Prof. Dr. M. Ipohorski

Programa

Antecedentes de la microscopía electrónica
Formación de imágenes. Lentes magnéticas
Funcionamiento de un microscopio electrónico
Preparación y observación de réplicas
Difracción de electrones. Teoría cinemática
Contraste por difracción (aproximación cinemática)
Otras aplicaciones de las técnicas de microscopía electrónica

Clases Prácticas

Operación del microscopio electrónico Philips EM 300 del laboratorio
Preparación y observación de réplicas
Observación de láminas delgadas cristalinas
Imagen y difracción por un área selecta
Observación de distintos defectos cristalinos: dislocaciones, fallas de apilamiento, etc.
Observación de precipitados coherentes en una aleación cobre-cobalto.

TRABAJOS PRACTICOS

Tema Crecimiento de monocristales por transformación de fases
Alumno Sr. Mario Raúl Abriata
Dirección Ing. J. Kittl
Lugar Dpto. de Metalurgia de la CNEA

Tema Soldadura por resistencia de segmentos deslizantes a vainas de Zry⁴ para elemento combustible tipo Atucha
Alumno Sr. Lázaro Belinco
Dirección Ing. C. Biondo
Lugar Dpto. de Metalurgia de la CNEA

Tema Estudio de la morfología de la martensita subcero obtenida en presencia de campo magnético y ultrasonido
Alumno Sr. Julio César Belisario
Dirección Ing. E. Robert y Dr. M. Victoria
Lugar Dpto. de Metalurgia de la CNEA

Tema Uso de la cámara de Guinier en la determinación de fases en aleaciones de un latón Zn-Cu
Alumno Sr. Adolfo Bolívar Grimaldos
Dirección Dr. A. Bonfiglioli
Lugar Dpto. de Metalurgia de la CNEA

Tema Influencia del hidrógeno sobre la fricción interna, a bajas temperaturas, de Zn deformado
Alumno Sr. José D'Amico Neto
Dirección Dr. E. Bisogni
Lugar Dpto. de Metalurgia de la CNEA

- Tema** Corrosión bajo tensión del acero inoxidable 1818
- Alumno** Sr. Manoel Almeida Couto de Castro
- Dirección** Dr. J.R. Galvele
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Minimización de errores en los cálculos de corrección en análisis cuantitativos por microsonda electrónica
- Alumno** Sr. Héctor Espejo
- Dirección** Dr. C. Libanati
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Revisión bibliográfica sobre documentación de plutonio y análisis crítico sobre elementos de fabricación
- Alumno** Sr. Alberto Angel Geddo
- Dirección** Sr. H. Osuna
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Selección y evaluación de materiales. Corrosión a alta temperatura para centrales eléctricas térmicas
- Alumno** Sr. Jorge A. Juárez Elissetche
- Dirección** Ing. O. Wortman
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Estudio de las propiedades de la martensita en latón beta
- Alumno** Sr. Pedro Adolfo Landeyro
- Dirección** Dr. M. Victoria
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA

- Tema** Extrapolación de resultados de ensayos mecánicos uniaxiales a estados biaxiales. Estado de tensiones en tubos de paredes delgadas sometidas a presión interior, exterior y tensiones térmicas. Colapso de tubos de paredes delgadas
- Alumno** Sr. Héctor Antonio Lotano
- Dirección** Ing. Roberto Cirimello
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Estudio de las primeras etapas de la esferoidización en un acero 1045 "full annealed"
- Alumno** Sr. Juan Madrid Villalobos
- Dirección** Ing. D.I. Vassallo
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Puesta a punto. Brazing de álabes de turbina acero inoxidable. 13% Cr con aleación de plata. Puesta a punto de la soldadura T16 del acero inoxidable 13% Cr
- Alumno** Sr. Mario Daniel Márquez
- Dirección** Ing. D. Gutiérrez
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Observación y estudio de las propiedades del hierro gris y nodular en función de los elementos aleantes
- Alumno** Sr. Luis Mesones Ballivián
- Dirección** Ing. J.M. Cabezudo Sánchez
- Lugar** Metalúrgica Tandil
-
- Tema** Tecnología de la concentración de minerales de uranio
- Alumno** Sr. Raúl Montaña Calderón
- Dirección** Dr. C. Soler
- Lugar** Gcia. Materias Primas, CNEA

- Tema** Comparación de réplicas indirectas de barniz, obtenidas a partir de distintas diluciones del mismo, con réplicas directas de carbono
- Alumno** Sr. José Ortega Toral
- Dirección** Dr. M. Ipohorski
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Puesta a punto de un método de gravado de grilla en aluminio para su aplicación en el estudio de flujo de material en laminación
- Alumno** Sr. Wilfredo Pajares Briones
- Dirección** Ing. Luis Lozano Delgadillo
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Electrodeposición de tungsteno para endurecimiento superficial
- Alumno** Sr. César Prieto Rondón
- Dirección** Lic. L. Velo e Ing. M. Sarrate
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Verificación de factores que afectan a la deformación en frío de latones
- Alumno** Sr. Luis Reyes Tastets
- Dirección** Dr. M. Victoria
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA
-
- Tema** Estudio de las primeras etapas de la esferoidización en un acero normalizado
- Alumno** Sr. Carlos Rodríguez Caldera
- Dirección** Ing. D.I. Vassallo
- Lugar** Dpto. de Metalurgia de la CNEA

- | | |
|-----------|--|
| Tema | Efecto de la velocidad de deformación en la resistencia de la martensita |
| Alumno | Sr. César Augusto Rodríguez Milla |
| Dirección | Dr. M. Victoria e Ing. E. Robert |
| Lugar | Dpto. de Metalurgia de la CNEA |
| | |
| Tema | Medida de la relación C/A en martensita templada y martensita revenida |
| Alumno | Sr. Carlos Eduardo Ruggiero |
| Dirección | Ing. E. Robert, Dr. A. Bonfiglioli y Dr. M. Victoria |
| Lugar | Dpto. de Metalurgia de la CNEA |
| | |
| Tema | Influencia del H ₂ en las propiedades mecánicas de tubos de Zry-4 utilizados como vainas para prototipo I del elemento combustible Atucha |
| Alumno | Sr. Danilo Hugo Santinelli |
| Dirección | Ing. I. Ruggeri y Dr. R. Medrano |
| Lugar | Dpto. de Metalurgia de la CNEA |
| | |
| Tema | Radiografía y gammagrafía industrial |
| Alumno | Sr. Apolinar Sierra Hartmann |
| Dirección | Ing. J.N. Báez |
| Lugar | Dpto. de Metalurgia de la CNEA |
| | |
| Tema | Estudio de los tratamientos térmicos de los aceros y la forma de realizarlos |
| Alumno | Sr. Alberto J. F. Torres Valencia |
| Dirección | Sr. A. Schlapa, Ing. A. Milstein y Lic. J. C. Crespi |
| Lugar | Marathon, Establecimientos Metalúrgicos Santa Rosa y Dpto. de Metalurgia de la CNEA |

PUBLICACIONES ESPECIALES

Dr. J. BENARD

Oxidación superficial de los metales y aleaciones, en castellano, Fascículo I: 35 págs.; Fascículo II: 21 págs.

Dr. R. BUNSHAH

Some notes on vacuum metallurgy, en inglés, 109 págs.

Dr. J. DE FOUQUET

Fricción interna, en castellano, 75 págs.

Ing. L. DE VEDIA

Soldadura, en castellano, 68 págs.

Dr. G.T. HAHN

Mecánica y metalurgia de fractura, en inglés, 67 págs.

Ing. H. HELMAN e Ing. A. SAENZ LOPEZ

Comportamiento mecánico de metales, en castellano, 6 págs.

Dr. J. HILLAIRET

Defectos puntuales, en castellano, 52 págs.

Dr. M. IPOHORSKI

Microscopía electrónica, teoría cinemática de la difracción, en castellano, 138 págs.

Dr. M. IPOHORSKI

Teoría dinámica de la difracción de electrones, en castellano, 47 págs.

Ing. J. KITTL y Dr. M. VICTORIA

Transformaciones de fase, en castellano, 99 págs.

Dr. R. RODRIGUEZ PASQUES

Nucleónica Básica, en castellano, 47 págs.

Ing. D.I. VASSALLO y Lic. J.V. OVEJERO GARCIA

Guía de trabajos prácticos de Introducción a la metalurgia, en castellano, 25 págs.

Dr. M. VICTORIA, Lic. J.V. OVEJERO GARCIA, Dr. E. SAVINO

Problemas de Metalurgia Física, en castellano, 60 págs.

Lic. A. ZUZEK, Dr. L. BOSCHI, Ing. C. GAMBEDOTTI,

Ing. J. RICARDES

Tecnología del vacío, en castellano, 77 págs.

ACTIVIDADES TECNICAS EXTRA CURSO

SEMINARIOS

J.F. MARIN (C.E.A., Francia)

Migración bajo irradiación de los componentes de un combustible a base de óxido

J.F. MARIN (C.E.A., Francia)

Evolución de las propiedades de los óxidos mixtos bajo la influencia de los productos de fisión sólidos

J.F. MARIN (C.E.A., Francia)

Difusión en los óxidos de uranio y plutonio. Técnicas, interpretaciones y aplicaciones

C.A. GUIMARAES PAGNANO (Centro Técnico de Aeronáutica, Brasil)

Estudio de la superplasticidad en la aleación eutectoide Zn-Al

A.D. BANCHICK (CNEA, Argentina)

Estudio con técnica de difracción con rayos X de la secuencia de precipitación en la fase alfa del eutéctico laminar Al-33% Cu

C. ARAOZ (CNEA, Argentina)

Propuesta de programa de combustibles nucleares

E.B. de ROULET (CONACYT, Argentina)

Planificación científica y tecnológica

M.P. de CAMPOS FILHO (Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil)

Influencia de la capacidad de extracción calórica del sistema metal/molde sobre el proceso de solidificación

E.A. GARCIA (CNEA, Argentina)

El sistema tantalio hidrógeno

R. MEDRANO (CNEA, Argentina)

Técnicas de viscoplasticidad en el análisis de extrusión de metales

J.J. FISSOLO (CIM, Argentina)

Solidificación unidireccional de metales. Parámetros que controlan la ley de crecimiento

- E.J. SAVINO (CNEA, Argentina)
Fricción interna a bajas temperaturas en materiales deformados en Zr
- R. PASCUAL (CAB, Argentina)
Deformación plástica de aleaciones diluídas de metales cúbicos de caras centrales a bajas temperaturas
- C.J. SEMINO (CNEA, Argentina)
Corrosión bajo tensiones del acero 4340 en agua de mar
- C.A. ANDREONE (CNEA, Argentina)
Aplicación de un espectrómetro de masa para el análisis de gases en metales por el método de fusión en vacío
- R. ACUÑA (CNEA, Argentina)
Separación de fases coherentes en aleaciones de Al-Zn
- H. DESTAILLATS (Elmesa, Argentina)
Aspectos metalúrgicos en el desarrollo de Elmesa
- T. BLEWITT (Argonne National Laboratory, USA)
Experimentos recientes sobre colisiones de reemplazo en metales
- D.B. HALLIDAY (UKAEA, Inglaterra)
Manipuleo de materiales activos y ensayos de irradiación
- A.B. RITCHIE (UKAEA, Inglaterra)
Manipuleo de materiales activos y ensayos de irradiación
- D. DE FONTAINE (Universidad de California, USA)
La computadora: un ultramicroscopio
- J.W. CHRISTIAN (Universidad de Oxford, Inglaterra)
La deformación plástica de metales b.c.c.
- A. de GRANDE (CNEA, Argentina)
Introducción al estudio del comportamiento mecánico-hidromecánico de los elementos combustibles
- C.E. FELTNER (Ford Motor Co.)
Investigación en materiales - como hacerla efectiva para la industria

H.R. BERTORELLO (IMAF, Argentina)

Influencia de la estructura y tratamientos térmicos sobre las propiedades mecánicas de eutéctico $\text{Al}-\text{Al}_2\text{Cu}$ crecido unidireccionalmente

R.F. BUNSHAH (Universidad de California, USA)

Alta velocidad de deposición física de vapor de metales y aleaciones

C. PAMPILLO (Allied Chemical, USA)

Deformación de poliestileno

I.M. RUGGERI (CNEA, Argentina)

Influencia de los hidruros en las propiedades de los zircalloys

M.A. AUDERO (CNEA, Argentina)

Subestructuras de segregación en aleaciones hexagonales

PELICULAS TECNICAS EXHIBIDAS

Metalografía en Calderas

(Dpto. de Metalurgia, CNEA)

Preparación de probetas metalográficas

(Buehler Ltd., Argentina)

Transformación masiva en el sistema cobre-galio

(Mellon Institute, USA)

El Centro de Investigación Nuclear de Jülich

(Embajada de Alemania)

Atomschiff "Otto Hahn"

(Embajada de Alemania)

Oxidation superficielle du cuivre

(Escuela Superior de Química, Paris, Francia)

Fracture toughness testing

(UKAEA, Inglaterra)

Testing Irradiated Steel

(UKAEA, Inglaterra)

VISITA A UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACION

CENTRO DE INVESTIGACION DE MATERIALES (CIM), Córdoba

INSTITUTO DE MATEMATICAS, ASTRONOMIA Y FISICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA (IMAF), Córdoba

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AERONAUTICAS Y ESPACIALES,
Pcia. Córdoba

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA, Pcia. Buenos Aires

CENTRO ATOMICO EZEIZA, Pcia. Buenos Aires

VISITA A ESTABLECIMIENTOS METALURGICOS

FIAT ARGENTINA, Pcia. de Córdoba

INDUSTRIAS MECANICAS DEL ESTADO (IME), Pcia. Córdoba

COFRA Hnos. S.A., Córdoba

PERKINS ARGENTINA, Pcia. Córdoba

MINA 9 DE OCTUBRE, Pcia. Jujuy

ALTOS HORNOS ZAPLA, Pcia. Jujuy

MINA DON OTTO, Pcia. Salta

CAMEA S.A., Capital Federal

PROPULSORA SIDERURGICA, Ensenada, Pcia. Buenos Aires

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 El Club de CNEA que permitió su participación en todas sus actividades culturales y sociales.
- B La Secretaría de Cultura de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, que facilitó entradas para las funciones del teatro San Martín.
- C La Universidad Nacional de Córdoba que facilitó el transporte para realizar excursiones a los distintos lugares turísticos e históricos de la provincia de Córdoba.
- D Altos Hornos Zapla que facilitó el transporte para visitar la Mina 9 de Octubre.

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

- 1 CORDOBA / a 700 km de la ciudad de Buenos Aires /
Visita al Valle de Punilla, Dique San Roque, Embalse Río Tercero, Alta Gracia, Dique Los Molinos. Iglesias y Museos de la ciudad de Córdoba.
- 2 SAN SALVADOR DE JUJUY / a 1600 km de la ciudad de Buenos Aires /
Visita a la Casa de Gobierno. Iglesia Catedral. Museo Lavalle y Cabildo. Excursión hasta la Quebrada de Humahuaca, pasando por Purmamarca, Huacalera, Tilcara (Museo de Tilcara y Pucara), Maimará, Uquías. Excursión a Salta por la Cornisa. Dique la Ciénaga.
- 3 SALTA / a 1480 km de la ciudad de Buenos Aires /
Visita a la Catedral, Cabildo, Museo Histórico del Norte, Feria Artesanal, Museo Colonial y de Bellas Artes. Monumento a Güemes. Visita a Mina Don Otto por la Cuesta del Obispo.
- 4 LA PLATA / a 56 km de la ciudad de Buenos Aires /
Visita al Museo de Ciencias Naturales y recorrida por la ciudad. Visita a la Universidad Nacional de La Plata.

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.

Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas, Argentina.

Fundación Ford.

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

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

BECAS OTORGADAS POR:

Ejército de Chile

Organismo Internacional de Energía
Atómica (OIEA)

Servicios Eléctricos del Gran Bue-
nos Aires (SEGBA), Argentina

SIDOR C. A., Venezuela