

ESCUELA DE PERITOS INDUSTRIALES
DE BARCELONA

PROGRAMA
DE
Conocimientos
de Metalurgia y Siderurgia

REDACTADO POR EL PROFESOR
D. ILDEFONSO CANTÓ SALA



CURSO 1945-46

FU-1-9

ESCUELA DE PERITOS INDUSTRIALES
DE BARCELONA

PROGRAMA
DE
Conocimientos
de Metalurgia y Siderurgia

REDACTADO POR EL PROFESOR
D. ILDEFONSO CANTÓ SALA



CURSO 1945 - 46



Casa Provincial de Caridad
Imprenta - Escuela

PROGRAMA DE CONOCIMIENTOS DE METALURGIA Y SIDERURGIA

LECCIÓN 1.^a

Objeto de la metalurgia. — Materias primas empleadas en las industrias metalúrgicas. — *Minerales*. — Definición de mineral desde el punto de vista metalúrgico. — Principales yacimientos en nuestro suelo. — Combinaciones metálicas artificiales. — Residuos de industrias. — Preparación de los minerales. — Trituración. — Clasificación de los minerales triturados. — Levigación. — Estudio especial del procedimiento de flotación. — Tratamiento electromagnético.

LECCIÓN 2.^a

Combustibles. — Combustibles sólidos. — Cok metalúrgico. — Coquifacción de la hulla. — Aprovechamiento de los subproductos. — Combustibles

líquidos. — Combustibles gaseosos. — Ensayo de combustibles.

LECCIÓN 3.^a

Estudio de los principales oxidantes empleados en metalurgia. — Reductores. — Elección del reductor. — Fundentes más generalmente empleados en metalurgia.

LECCIÓN 4.^a

Escorias. — Su definición, composición y clasificación. — Temperatura de fusión, fusibilidad y fluidez de las escorias. — Escorias secas y grasas. — Influencia de la relación entre las cantidades de bases contenidas. — Estructura, color y peso específico de las escorias. — Análisis de escorias.

LECCIÓN 5.^a

Hornos metalúrgicos. — Clasificación. — Hornos en que el mineral está en contacto con el combustible. — Hornos en que los productos de la combustión están en contacto con el mineral. — Hornos de completa separación entre el combustible y sus productos y el mineral. — Hornos eléctricos.

LECCIÓN 6.^a

Materiales refractarios para los hornos. — Condiciones que deben reunir. — Clasificación de los materiales refractarios. — Materiales a base de sílice. — Materiales refractarios a base de cal y de magnesia. — Materiales aluminosos. — Materiales neutros. — Construcción de hornos metalúrgicos con piezas refrigeradas con agua.

LECCIÓN 7.^a

Procedimientos generales de obtención de metales.
— Procedimientos por vía seca. — Por la acción del calor solo. — Por la acción de un reductor. — Por la acción de un oxidante. — Por la acción de un oxidante y un reductor. — Obtención de metales por precipitación. — Procedimientos por vía húmeda propiamente dicha y por amalgamación. — Procedimientos electrometalúrgicos por la vía seca y por la húmeda. — Métodos generales de afino de los metales brutos. — Eliminación de las impurezas más oxidables que el propio metal. — Eliminación de las impurezas menos oxidables que el metal mismo.

LECCIÓN 8.^a

Metalografía. — Objeto e importancia de la metalografía. — Generalidades sobre el estado metálico.

— Aleaciones metálicas. — Solidificación de las aleaciones. — Aleaciones que forman eutéctica. — Transformaciones alotrópicas. — Curvas de enfriamiento. — Curvas de proporción directa, de proporción inversa, diferenciales y de derivada diferencial.

LECCIÓN 9.^a

Pirometría. — Generalidades sobre determinación de temperaturas. — Pirómetros de resistencia. — Pirómetros termoelectrónicos. — Pirómetros de radiación. — Pirómetros ópticos. — Pirómetros registradores.

LECCIÓN 10.^a

Diagramas de equilibrio. — Tipos de diagramas. — Diagramas de aleaciones binarias cuyos componentes son completamente solubles en estado líquido y en estado sólido. — Diagramas de aleaciones binarias cuyos componentes son completamente solubles en estado líquido y totalmente insolubles en estado sólido. — Diagrama de aleaciones binarias, la solubilidad de cuyos componentes es total en estado líquido y parcial en estado sólido. — Trazado práctico de estos diagramas a partir de las curvas de enfriamiento de las aleaciones correspondientes.

LECCIÓN 11.^a

Fundamento y técnica del método microscópico. — Toma de muestras para microscopia. — Desbaste. — Pulimento. — Examen de la probeta pulida. — Procedimiento de ataque de las probetas. — Examen microscópico. — Técnica microfotográfica.

LECCIÓN 12.^a

Curvas de calentamiento y enfriamiento del hierro puro. — Estudio detallado del diagrama de equilibrio de las aleaciones de hierro y carbono.

LECCIÓN 13.^a

Ensayos mecánicos de materiales metálicos. — Ensayos de tracción. — Carga de ruptura. — Máquinas para la práctica de estos ensayos. — Alargamiento. — Estricción. — Ensayos al choque. — Resiliencia. — Péndulo de Charpi. — Ensayos de dureza. — Método de Brinell. — Método de Rockwell. — Ensayos de fatiga.

LECCIÓN 14.^a

Tratamientos mecánicos de los productos siderúrgicos. — Tratamientos mecánicos en caliente y sus

efectos. — Tratamientos mecánicos en frío y sus efectos.

LECCIÓN 15.^a

Tratamientos térmicos. — Recocido. — Temple. — Revenido. — Práctica de estos tratamientos.

LECCIÓN 16.^a

Tratamientos químicos. — Cementación. — Factores de la cementación. — Cementantes. — Práctica de la cementación. — Nitruración. — Elección de materiales para la nitruración. — Operaciones a que se someten las piezas destinadas a la nitruración.

LECCIÓN 17.^a

Siderurgia. — Clasificación y denominación de los productos siderúrgicos. — Hierro. — Impurezas del hierro. — Impurezas nocivas. — Impurezas útiles. — Aceros. — Aceros dulces. — Aceros duros. — Aceros soldados y aceros fundidos. — Impurezas nocivas y útiles de los aceros. — Aceros especiales. — Fundiciones. — Fundición blanca. — Fundición gris. — Fundición maleable. — Efecto de las impurezas en las fundiciones. — Fundición especular. — Ferromanganeso. — Ferrosilicio. — Idea de otras fundiciones especiales.

LECCIÓN 18.^a

Metalurgia de la fundición. — Minerales de hierro. — Preparación de los minerales de hierro. — Fundamento de la fabricación de la fundición. — Alto horno: descripción e instalación. — Detalles sobre sus accesorios. — Carga de un alto horno. — Fundentes y combustibles más empleados. — Marcha de la operación en un alto horno. — Reacciones que se verifican. — Incorporación del manganeso, del silicio del azufre y del fósforo a la fundición.

LECCIÓN 19.^a

Recuperadores. — Conducción de un alto horno. — Idea del balance térmico de un alto horno. — Colada de la fundición. — Afino de la fundición: desulfuración. — Fundiciones de moldeo. — Fundición de primera fusión. — Fundición de segunda fusión. — Cubilotes. — Hornos de reverbero. — Hornos de crisol. — Subproductos de la preparación de la fundición. — Fabricación de fundiciones en el horno eléctrico.

LECCIÓN 20.^a

Metalurgia del hierro. — Definición del hierro. — Métodos directos de extracción del hierro. — Forja catalana. — Método Siemens. — Métodos indirectos

de extracción del hierro. — Método del bajo hogar. — Pudelado. — Hierro electrolítico.

LECCIÓN 21.^a

Metallurgia del acero. — Propiedades del acero. — Fabricación del acero por afinación de la fundición por corriente de aire. — Procedimiento Bessemer. — Principio del procedimiento. — Descripción del convertidor. — Marcha de la operación. — Composición de las fundiciones tratadas en el Bessemer. — Instalación de los convertidores. — Procedimiento Thomas. — Descripción del convertidor Thomas. — Marcha de la operación. — Composición de las fundiciones tratadas en el Thomas. — Características del procedimiento Thomas comparado con el Bessemer. — Instalación de los convertidores Thomas.

LECCIÓN 22.^a

Fabricación del acero por el método Martín-Siemens. — Procedimiento Martín o por dilución. — Siemens o por oxidación, y mixto. — Descripción del horno Martín-Siemens. — Gasógenos. — Marcha de la operación. — Carga del horno. — Composición de las fundiciones tratadas en el horno Martín-Siemens. — Instalación de estos hornos. — Procedimientos derivados del método Martín.

LECCIÓN 23.^a

Aceros de cementación. — Principio de su fabricación. — Marcha de la operación. — Aceros al crisol. — Principio del procedimiento. — Marcha de la operación. — Idea de la elaboración del acero en el horno eléctrico.

LECCIÓN 24.^a

Metalurgia del cobre. — Propiedades físicas y químicas del cobre. — Minerales de cobre. — Métodos generales de extracción del cobre. — Metalurgia del cobre por vía seca. — Tratamiento de los minerales sulfurados. — Concentración del mineral. — Tostación del mineral para formar matas. — Diversos tipos de hornos empleados.

LECCIÓN 25.^a

Fusión del mineral tostado. — Método alemán. — Método inglés. — Hornos empleados en cada método. — Formación de escorias. — Coeficiente de concentración. — Separación de matas y escorias.

LECCIÓN 26.^a

Obtención de la mata por el procedimiento americano. — Extracción del cobre de la mata. — Mé-

todo alemán o por reducción. — Método inglés o por reacción. — Métodos modernos al convertidor. — Tratamiento de los minerales oxidados. — Tratamiento de la atacamita.

LECCIÓN 27.^a

Extracción del cobre por vía húmeda. — Tratamiento de los minerales sulfatados. — Métodos seguidos si el cobre se encuentra en forma de óxido o de carbonato. — Tratamiento de los minerales sulfurados. — Precipitación del cobre. — Transformación del cobre de cementación en cobre comercial.

LECCIÓN 28.^a

Refino del cobre por vía seca. — Refino electrolítico. — Aleaciones de cobre. — Bronces. — Latones. — Aleaciones de cobre y aluminio. — Aleaciones de cobre y níquel.

LECCIÓN 29.^a

Metalurgia del plomo. — Propiedades del plomo. — Minerales de plomo. — Métodos generales de extracción del plomo. — Método por tostación y reducción. — Procedimientos seguidos en la tostación. — Indicación de los métodos de Huntington-Heberlein, Savelsberg y Carmichael y Bradford. — Idea de los métodos de Dwight Lloyd y de Schlippenbach. —

Fusión reductora del mineral tostado. — Hornos de fusión.

LECCIÓN 30.^a

Obtención del plomo por el método de tostación y reacción. — Indicación de los procedimientos Carintio, Tarnowitz e Inglés. — Obtención del plomo por precipitación. — Refino del plomo por vía seca. — Refino electrolítico. — Aleaciones de plomo más importantes.

LECCIÓN 31.^a

Metalurgia del zinc. — Propiedades del zinc. — Minerales de zinc. — Métodos de extracción del zinc. — Métodos térmicos o por vía seca. — Transformación del mineral en óxido de zinc. — Reducción del óxido de zinc. — Métodos belga, silesiano y renano. — Hornos empleados. — Refino del zinc. — Métodos electrolíticos de obtención del zinc. — Métodos electrotérmicos.

LECCIÓN 32.^a

Metalurgia del estaño. — Propiedades del estaño. — Minerales de estaño. — Concentración de los minerales de estaño. — Eliminación de los elementos perjudiciales. — Obtención del estaño por vía seca. — Hornos empleados. — Refino del estaño. — Recuperación del estaño de los desechos de hierro estañado.

LECCIÓN 33.^a

Metalogía del mercurio. — Propiedades del mercurio. — Minerales de mercurio. — Principios de la extracción del mercurio. — Obtención del mercurio por vía seca. — Horno de aludeles o Bustamante. — Hornos de cuba Spireck. — Horno en cascada Cermak-Spirek. — Horno Exeli. — Tratamiento de los hollines. — Purificación del mercurio. — Amalgamas.

LECCIÓN 34.^a

Metalogía del aluminio. — Propiedades del aluminio. — Minerales de aluminio. — Principios de la metalurgia del aluminio. — Transformación de la bauxita en alúmina. — Procedimientos de Bayer, Peñakoff y Haglund. — Indicación del de Serpek.

LECCIÓN 35.^a

Electrolisis de la alúmina. — Cuba electrolítica. — Teoría de la operación. — Marcha de la operación. — Fabricación de electrodos ordinarios. — Electrodo continuo de Söderberg. — Aluminio refinado. — Aleaciones de aluminio. — Empleo del aluminio y sus aleaciones. — Aluminotermia.

LECCIÓN 36.^a

Metalurgia del magnesio. — Propiedades del magnesio. — Minerales de magnesio. — Generalidades sobre la metalurgia del magnesio. — Electrólisis del cloruro de magnesio. — Electrólisis de la carnalita. — Características de los hornos empleados. — Electrólisis de la magnesia. — Reducción de la magnesia. — Refino del magnesio. — Aleaciones ultraligeras.

LECCIÓN 37.^a

Metalurgia del antimonio. — Propiedades del antimonio. — Minerales de antimonio. — Enriquecimiento por licuación. — Tratamiento de los minerales sulfurados por tostación no volatilizante. — Tratamiento de los minerales sulfurados por tostación volatilizante. — Reducción del óxido. — Método por precipitación. — Refino del antimonio. — Aleaciones de antimonio.

LECCIÓN 38.^a

Metalurgia del bismuto. — Propiedades del bismuto. — Minerales de bismuto. — Método por fusión reductora. — Fusión en horno de reverbero. — Fusión en crisoles. — Método por precipitación. — Refino del bismuto por vía seca y por vía húmeda. — Refino electrolítico. — Aleaciones de bismuto.

LECCIÓN 39.^a

Metalurgia del níquel. — Propiedades del níquel. — Minerales de níquel. — Tratamiento de la garnierita. — Tratamiento de los minerales ricos en cobre. — Tratamiento de los minerales que contienen arsénico. — Refino del níquel por vía seca. — Refino electrolítico. — Metalurgia del cobalto.

LECCIÓN 40.^a

Metalurgia de la plata. — Propiedades de la plata. — Minerales de plata. — Extracción de la plata por vía seca. — Enriquecimiento del plomo argentífero por el método de Pattinson. — Indicación del sistema por tercios y del sistema por octavos. — Enriquecimiento del plomo por el método de Parkes. — Copeación del plomo en horno inglés y en horno alemán. — Refino de la plata. — Extracción de la plata por vía húmeda. — Indicación de los procedimientos por cloruración y por cianuración. — Aleaciones de plata.

LECCIÓN 41.^a

Metalurgia del oro. — Propiedades del oro. — Minerales de oro. — Obtención del oro por lavado. — Extracción del oro por amalgamación. — Extracción del oro por cianuración. — Indicación del método por

cloruración. — Tratamiento del oro argentífero. — Idea general de la metalurgia del platino.

LECCIÓN 42.^a

Metalurgia del manganeso. — Propiedades del manganeso. — Minerales de manganeso. — Preparación del manganeso por aluminotermia. — Preparación de ferromanganesos y de fundiciones especulares. — Metalurgia del cromo. — Propiedades del cromo. — Minerales de cromo. — Extracción del cromo por electrólisis. — Extracción del cromo por aluminotermia. — Ferrocromos.

LECCIÓN 43.^a

Metalurgia del tungsteno. — Propiedades del tungsteno. — Minerales de tungsteno. — Preparación de ferrotungstenos. — Preparación del tungsteno pulverulento. — Fabricación del tungsteno maleable. — Metalurgia del molibdeno. — Propiedades del molibdeno. — Minerales de molibdeno. — Extracción del molibdeno puro. — Fabricación de ferromolibdenos.

LECCIÓN 44.^a

Estudio de las propiedades, de los minerales y de los procedimientos metalúrgicos del vanadio, niobio y tántalo. — Ídem del titanio y zirconio.

LECCIÓN 45.^a

Idea sobre las propiedades, los minerales y la metalurgia del uranio, radio, torio y de las tierras escasas.

EJERCICIOS PRÁCTICOS

- 1.^o — Desbaste de probetas metálicas. — Pulimento. Ataque y examen microscópico. — Manejo del microscopio metalográfico.
- 2.^o — Examen microscópico de un hierro forjado en sección longitudinal y en sección transversal. — Examen a mayor aumento de la escoria. — Comparación con un hierro puro (alambre de piano o hierro arco). — Examen microscópico de un zinc y de un cobre.
- 3.^o — Examen microscópico de un acero dulce (0,15 a 0,30 de C.); de un acero medio (0,45 a 0,60); de un acero semiduro (0,80); de un acero duro (1,0); de un acero muy duro (1,4), y de un acero extraduro (1,7). — Examen microscópico de una fundición gris, una blanca y una maleable.
- 4.^o — Calibrado de un termoelemento.
- 5.^o — Trazado del diagrama de equilibrio plomo-antimonio.
- 6.^o — Estudio de la influencia de la temperatura de calentamiento y de la velocidad de enfriamiento en el tamaño de los cristales.

- 7.º — Estudio del efecto de la velocidad de enfriamiento a través de la zona crítica.
- 8.º — Práctica de un recocido. — Examen microscópico de un acero recocido.
- 9.º — Práctica del temple. — Examen microscópico de un acero templado. — Práctica del revenido. — Examen microscópico de un acero revenido.
- 10.º — Determinación de la dureza por el método de Brinell y por el de Rockwell.
- 11.º — Determinación práctica de la curva tensiones-alargamientos. — Carga máxima de rotura. — Alargamiento y estricción. — Verificar los ensayos con un acero y con una fundición.
- 12.º — Determinación de carbono en un acero y en una fundición por el ácido sulfocrómico y por combustión en el horno eléctrico.
- 13.º — Determinación del grafito en las fundiciones.
- 14.º — Determinación del silicio en aceros y fundiciones.
- 15.º — Determinación del fósforo en aceros y fundiciones.
- 16.º — Determinación del azufre en aceros y fundiciones.
- 17.º — Determinación del manganeso en aceros y fundiciones.
- 18.º — Análisis cualitativo de aceros especiales. — Investigación del tungsteno, níquel, cromo, manganeso, cobalto, molibdeno, uranio, vanadio, titanio y tántalo. — Valoración de algunos de estos elementos.
- 19.º — Análisis de un ferromanganeso. — Valoración

- del manganeso, hierro, silicio, azufre, fósforo y carbono.
- 20.º — Análisis de bronce y latones. — Determinación electrolítica del cobre.
 - 21.º — Análisis de un aluminio. — Valoración del silicio, aluminio y hierro.
 - 22.º — Análisis de escorias. — Determinación rápida del hierro y del calcio.
 - 23.º — Análisis de escorias Thomas. — Determinación del ácido fosfórico total y del ácido fosfórico soluble en ácido cítrico.
 - 24.º — Análisis completo de un mineral de hierro.
 - 25.º — Determinación del manganeso en una pirolusita.
 - 26.º — Análisis de una dolomita.
 - 27.º — Análisis de un espatofluor.
 - 28.º — Análisis de materias refractarias.
 - 29.º — Análisis de arenas de fundición.
 - 30.º — Análisis de combustibles, principalmente del poder calorífico, materias volátiles, cok y azufre.
 - 31.º — Análisis de un gas de gasógeno.
 - 32.º — Ensayo de reducción de un óxido de plomo.
 - 33.º — Preparación de aleaciones: para linotipos, resistentes a los ácidos y antifricción.
 - 34.º — Ensayos de aluminotermia. — Preparación del manganeso.
 - 35.º — Ensayos de copelación.

FU-1-9

Casa Provincial de Caridad
Imprenta - Escuela