Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Departamento: Mineria
Area: Mineria

(Programa del año 2019)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 20/09/2019 11:56:24)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
(OPTATIVA II) FUNDAMENTOS QUIMICOS DE LA METALURGIA	ING.EN MINAS	6/15	2019	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
ACUÑA, VICTOR GUSTAVO	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
BARROSO QUIROGA, MARIA MARTHA	Responsable de Práctico	JTP Semi	20 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	**Teóricas**	**Prácticas de Aula**	**Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.**	**Total**
90 Hs	45 Hs	20 Hs	25 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
E - Teoria con prácticas de aula, laboratorio y campo	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
12/08/2019	15/11/2019	15	90

IV - Fundamentación

La Metalurgia es una disciplina científico‐tecnológica tradicionalmente dividida en dos partes: Metalurgia Física y Metalurgia Química o Extractiva.
La Metalurgia Física, dedicada al estudio y tratamiento de metales y aleaciones, se aborda en otras materias de la carrera de Ingeniería en Minas. La Metalurgia Extractiva, se ocupa de los procedimientos necesarios para obtener metales o alguno de sus compuestos a partir de distintos materiales (minerales, subproductos, residuos).
El objeto de esta materia optativa específica es relevante en la formación de los graduados en Ingeniería en Minas, ya que comprende el estudio de los fundamentos físicoquímicos de las operaciones metalúrgicas para obtener metales, su refino y reciclado, y sirve de base para las dos asignaturas posteriores en esta rama de optativas: Hidroelectrometalurgia y Metalurgias Especiales.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Esta materia tiene como objeto proporcionar a los alumnos conocimientos generales de química aplicada a los procesos de la metalurgia extractiva, uniendo la formación científica y tecnológica con la dimensión práctica de los contenidos de la asignatura.

VI - Contenidos

Contenidos mínimos
Fundamentos termodinámicos y cinéticos de los procesos extractivos: Diagramas de Ellingham y Richardson. Teoría de

disoluciones. Actividades. Cinéticas de las reacciones heterogéneas. Electroquímica metalúrgica: Diagramas de potencial-pH. Pirometalurgia: tostación de sulfuros, reducción de óxidos. Escorias: Estructura y propiedades; diagramas de fases. Operaciones de fusión. Fusión reductora. Fusión a mata. Electrólisis ígnea. Metalotermia. Hidrometalurgia: Generalidades y fundamentos. Lixiviación química y bacteriana de minerales. Purificación y concentración: Precipitación, extracción por solvente y adsorción. Electrólisis. Afino de metales por vía seca, por vía húmeda y afino electroquímico.

Programa extendido

Unidad 1: Termodinámica de los procesos de extracción – Diagramas de Ellingham y Richardson
Definiciones. Trabajo. Calor. Primer principio de la termodinámica. Cambios de calor y trabajo en procesos reversibles. Entalpía. Capacidad calorífica. Cálculos de cambios de entalpía. Cambio de entalpía en las reacciones químicas. El segundo principio de la termodinámica. Combinación del primer y segundo principios de la termodinámica. La entropía como criterio de equilibrio. La energía libre. Algunas relaciones entre la energía libre y otras funciones termodinámicas. Variación de la energía libre con la presión y temperatura. La regla de las fases de Gibbs. Fuentes de datos termodinámicos. Diagramas de Ellingham y Richardson: Propiedades de una línea sencilla de un diagrama de Ellingham. Interpretación conjunta de dos o más líneas de un diagrama de Ellingham. Diagramas de Richardson. Desventajas de los diagramas de Richardson. Diagramas de Ellingham para diversos tipos de compuestos.

Unidad 2: Teoría de disoluciones. Actividades. Diagrama de Kellogg
Introducción. Cantidades molares parciales. Ecuación de Gibbs-Duhem. Mezcla de gases ideales. Fugacidad. Mezcla de gases reales. Actividad. Disoluciones ideales y ley de Raoult. Disoluciones diluidas y ley de Henry. Disoluciones regulares. Diagrama de Kellogg.

Unidad 3. Cinética de las reacciones heterogéneas
Procesos heterogéneos en metalurgia extractiva. Velocidad de reacción en sistemas heterogéneos. Etapas controlantes.

Unidad 4. Electroquímica metalúrgica. Diagramas de potencial-pH.
Tipos de conductores. Electrolitos. Conductancia iónica. Potenciales de electrodo. Potencial de electrodo y celda electroquímica. Potencial normal de electrodo. Mecanismo de la celda. Celda de concentración. Potenciales redox. Termodinámica de la celda. La ecuación de Nernst. Cálculo del potencial o fuerza electromotriz de la celda. Aplicaciones de la serie electroquímica. Electrólisis. Diagramas potencial-pH (Diagramas de Pourbaix).

Unidad 5. Tostación de sulfuros.
Termodinámica de los procesos de tostación. Cinética de la tostación. Tostación en lecho fluido.

Unidad 6. Reducción de óxidos. Sistemas Fe-O-C, Fe-O-H. Diagramas termodinámicos de reducción.
Sistema carbono-oxígeno. Utilidad de los diagramas de Ellingham en la reducción de los óxidos metálicos. Representación gráfica de equilibrios en el sistema metal-oxígeno-carbono y metal-oxígeno-hidrógeno. Otros agentes reductores. Aspectos cinéticos de las reacciones de reducción.

Unidad 7. Escorias. Estructura y propiedades. Diagramas de fases.
Propiedades químicas. Propiedades físicas. Propiedades termodinámicas. Diagramas ternarios. Propiedades termodinámicas. Cálculo de actividades.

Unidad 8. Electrólisis ígnea.
Requisitos para la electrólisis de sales fundidas. Estructura de los baños electrolíticos. Series de potenciales en electrolitos fundidos. Relaciones termodinámicas. Actividad de las mezclas de sales fundidas. Modelo de Temkin. Tensión de electrólisis. Rendimiento de corriente. Ejemplos de procesos electrolíticos de sales fundidas.

Unidad 9. Purificación y concentración.
Productos de solubilidad. Precipitación química de compuestos. Extracción con disolventes orgánicos. Cambio de ión utilizando resinas sólidas. Adsorción con carbón activado.

Unidad 10. Precipitación. Electrólisis.

Cementación. Electrólisis.

Unidad 11. Afino de metales por vía seca y húmeda.
Disoluciones diluidas. Ley de Henry. Energía libre asociable al cambio de estado de referencia. Disolución de gases en líquidos. Ley de Sievert. Procesos metalúrgicos de afino por: vía seca y vía húmeda.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Trabajo Práctico N° 1: Termodinámica de los procesos de extracción – Diagramas de Ellingham y Richardson
Trabajo Práctico N° 2: Teoría de disoluciones. Diagrama de Kellogg.
Trabajo Práctico N° 3. Cinética de las reacciones heterogéneas.
Trabajo Práctico N° 4. Electroquímica metalúrgica. Diagramas de potencial-pH.
Trabajo Práctico N° 5. Reducción de óxidos.
Trabajo Práctico N° 6. Purificación y concentración.

VIII - Regimen de Aprobación

RÉGIMEN DE ALUMNO REGULAR
Para regularizar se requiere el 80% de la asistencia a las clases teórico-practicas, y la aprobación de 2 (dos) parciales con un mínimo del 70% correcto, cuyos temas serán distribuidos de la siguiente manera:
• 1° Parcial: Unidad 1- Unidad 6
• 2° Parcial: Unidad 7 – Unidad 12

Recuperaciones: se tendrán 2 (dos) recuperaciones por parcial.

Examen final: La modalidad es oral. Programa abierto sin extracción de bolillas, donde el alumno comienza a exponer un tema y luego el tribunal puede interrogarlo sobre cualquier otro tema del programa analítico.

Se realizará un seguimiento y evaluación continua de los estudiantes mediante la presentación de cuestionarios y ejercicios prácticos. Los mismos deben ser presentados y aprobados en su totalidad para alcanzar la condición de alumno regular.

RÉGIMEN DE PROMOCIÓN
Para promocionar la materia se requiere el 80% de asistencia a las clases teórico-prácticas, la aprobación de 2 (dos) parciales con un mínimo del 80% correcto.
Se realizará un seguimiento y evaluación continua de los estudiantes mediante la presentación de cuestionarios y ejercicios prácticos. Los mismos tienen carácter de obligatorios y deben ser presentados y aprobados en su totalidad previo a la instancia de evaluación correspondiente (Parcial) para alcanzar la condición de alumno por promoción.
Al finalizar la materia deberán rendir y aprobar un coloquio integrador en forma oral, cuya nota será promediada con las obtenidas en las instancias previas de evaluación de la materia.

REGIMEN DE ALUMNO LIBRE
Todo alumno que se presenta a rendir la asignatura en condición de libre deberá aprobar un examen escrito sobre resolución de ejercicios prácticos previo acuerdo con el tribunal, con la anticipación requerida según la reglamentación vigente antes del examen final correspondiente al alumno regular. Este examen escrito se considera aprobado cuando responda satisfactoriamente a un 70% de lo solicitado. La aprobación de esta evaluación práctica sólo tendrá validez para el examen teórico final del turno de exámenes en el cual el alumno se inscribió, luego de esta fecha, en caso de no presentarse al oral, el examen escrito perderá validez.

IX - Bibliografía Básica

[1] Metalurgia Extractiva (Vol. I): fundamentos. Antonio Ballester, Luis Felipe Verdeja, José Sancho (2000). Editorial Síntesis.
[2] Extractive Metallurgy 1: Basic Thermodynamics and Kinetics. Vignes, A. (2013). John Wiley & Sons.

X - Bibliografia Complementaria

[1] Hidrometalurgia. Fundamentos, Procesos y Aplicaciones. Dómic M., Esteban Mihovilovic (2001). Andros Impresos.
[2] Introducción a la termodinámica en ingeniería química. Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbott, M. M. (1989). McGraw-Hill.

XI - Resumen de Objetivos

Esta materia tiene como objeto proporcionar a los alumnos conocimientos generales de química aplicada a los procesos de la metalurgia extractiva.

XII - Resumen del Programa

Unidad 1: Termodinámica de los procesos de extracción – Diagramas de Ellingham y Richardson.
Unidad 2: Teoría de disoluciones. Actividades. Diagrama de Kellogg
Unidad 3. Cinética de las reacciones heterogéneas
Procesos heterogéneos en metalurgia extractiva. Velocidad de reacción en sistemas heterogéneos. Etapas controlantes.
Unidad 4. Electroquímica metalúrgica.
Unidad 5. Tostación de sulfuros.
Unidad 6. Reducción de óxidos. Sistemas Fe-O-C, Fe-O-H.
Unidad 7. Escorias. Estructura y propiedades. Diagramas de fases.
Unidad 8. Electrólisis ígnea.
Unidad 9. Purificación y concentración.
Unidad 10. Precipitación. Electrólisis.
Unidad 11. Afino de metales por vía seca y húmeda.

XIII - Imprevistos

XIV - Otros

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	