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

(Programa del año 2020)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 17/09/2020 15:45:41)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
(OPTATIVA II) FUNDAMENTOS QUIMICOS DE LA METALURGIA	ING.EN MINAS	6/15	2020	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
BARROSO QUIROGA, MARIA MARTHA	Prof. Responsable	P.Adj Simp	10 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	**Teóricas**	**Prácticas de Aula**	**Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.**	**Total**
90 Hs	Hs	Hs	Hs	7 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
22/09/2020	18/12/2020	13	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.

Competencias
• Competencias específicas de la asignatura
Conocimientos de Metalurgia Extractiva y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
• Competencias genéricas/transversales:
Capacidad de análisis y síntesis
Comunicación oral y escrita en lengua propia
Comprensión oral y escrita de una lengua extranjera
Resolución de problemas
• Competencias personales

Capacidad crítica y autocrítica
Trabajo en equipo
Habilidades de trabajo en un equipo interdisciplinar
Habilidades para comunicarse con expertos en otros campos
Sensibilidad hacia temas medioambientales
Compromiso ético
• Competencias sistémicas
Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
Capacidad de aprender
Adaptación a nuevas situaciones
Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
Habilidad de realizar trabajo autónomo

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

Metodología
La materia se dictará de manera no presencial, debido a la pandemia declarada por la Organización Mundial de la Salud el 11 de marzo de 2020.
Las clases teóricas consistirán en exposiciones orales de los aspectos más importantes del temario, dictadas vía videoconferencia en el sitio de la materia, serán grabadas y subidas a Youtube para aquellos estudiantes que no tengan conexión estable.
Las clases prácticas consistirán en la realización de problemas y ejercicios prácticos a través de guías de aula y de laboratorio (usando herramientas virtuales), que intenten aclarar los aspectos más importantes de los conocimientos teóricos expuestos.
El material usado para el dictado de las clases teóricas (Powerpoints), las guías de trabajos prácticos y de laboratorio se subirán a la plataforma del Google Classroom de la asignatura; así como también los links a los vídeos de las clases.
El software de simulación de laboratorio químico ChemVLab 2.1.0 es un software de distribución gratuito, desarrollado colaborativamente por la Universidad de Carnegie Mellon (Pittsburgh, Pennsylvania) y la agencia WestEd, fundada por el Instituto de Educación de Ciencias (Departamento de Educación de Estados Unidos). También se usarán materiales complementarios virtuales para realizar ejercicios de construcción de diagramas termodinámicos.

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. Reducción de óxidos.
Trabajo Práctico N° 5. Purificación y concentración.

- Elaboración de materiales didácticos con experimentos químicos caseros relacionados a la materia, por parte de los alumnos.

- Lectura, análisis y comprensión de publicaciones científicas internacionales y nacionales referidas a la temática de la materia.

VIII - Regimen de Aprobación

RÉGIMEN DE ALUMNO REGULAR
Para regularizar se requiere:
- el 80% de la asistencia a las clases virtuales, cuyos horarios serán preacordados con los estudiantes. Para aquellos estudiantes que no puedan conectarse online, deberán visitar el link correspondiente a la clase y dejar un comentario;
- la aprobación de 3 (tres) parciales con un mínimo del 70% correcto, cuyos temas serán distribuidos de la siguiente manera:
• 1° Parcial: Unidad 1-4
• 2° Parcial: Unidad 5-8
• 3° Parcial: Unidad 9-10

De la Unidad 11, se pedirá la elaboración de una monografía individual, que será evaluada y tendrá calificación numérica.

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

Se realizará un seguimiento y evaluación continua de los estudiantes mediante la presentación de cuestionarios y ejercicios prácticos. El estudiante deberá elaborar videos haciendo uso de herramientas tecnológicas, explicando experimentos caseros relacionados a la temática de la asignatura. Los mismos tienen carácter de obligatorio y deben ser presentados y aprobados en su totalidad previo a la instancia de evaluación correspondiente (parcial).

La presentación del material (informes de laboratorio, monografía y trabajos prácticos) se podrá hacer mediante la plataforma Google Classroom de la asignatura o al email del profesor responsable. El video del experimento casero se deberá subir a la plataforma Youtube y compartir el vínculo por Classroom.

Examen final: La modalidad es oral (virtual o presencial). 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.

RÉGIMEN DE PROMOCIÓN
Para promocionar la materia se requiere:
- el 100% de asistencia a las clases virtuales, cuyos horarios serán preacordados con los estudiantes,
- el 100% de asistencia a las clases virtuales, y
- la aprobación de 3 (tres) parciales con un mínimo del 80% correcto, cuyos temas están distribuidos y especificados ulteriormente en el régimen de alumno regular.
Para aquellos estudiantes que no puedan conectarse a las clases online, deberán visitar el link correspondiente a la clase y dejar un comentario.

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

Se realizará un seguimiento y evaluación continua de los estudiantes mediante la presentación de cuestionarios y ejercicios prácticos. El estudiante deberá elaborar videos haciendo uso de herramientas tecnológicas, explicando experimentos caseros relacionados a la temática de la asignatura. Los mismos tienen carácter de obligatorio 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.

La presentación del material (informes de laboratorio, monografía y trabajos prácticos) se podrá hacer mediante la plataforma Google Classroom de la asignatura o al email del profesor responsable. El video se deberá subir a la plataforma Youtube y compartir el vínculo por Classroom.

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 de temas de laboratorio y problemas, 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 un 80% 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, fisicoquímica, termodinámica y cinética, aplicados 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

El DNU 520/2020 de distanciamiento social, obligatorio y preventivo, establecido por el Gobierno Nacional y la necesidad de reajustar el Calendario Académico de la Universidad Nacional de San Luis, en lo referente al Segundo Cuatrimestre 2020, el Consejo Superior en su sesión del día 01/09/2020 estableció en el Artículo 1 de la Resolución No 68/2020, que el Segundo Cuatrimestre sea de 13 semanas.
A los efectos de que se impartan todos los contenidos y se respete el crédito horario establecido en el Plan de estudios de la carrera para esta asignatura, se establece que se de cómo máximo 7hs por semana distribuidas en teorías, prácticos de aula, realización de ejercicios en laboratorios virtuales, y consultas, hasta completar las 90hs.
La metodología de la asignatura tiene las siguientes características:
-El dictado de las clases teóricas es mediante videoconferencias en plataformas virtuales apoyadas con TIC.
-Los prácticos se realizan individualmente, con al menos 3 consultas por semana.
-Los laboratorios se realizan mediante simulaciones en un software de laboratorio químico virtual. Se deberá realizar un informe personal en cada Laboratorio.

XIV - Otros

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