

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE INGENIERIA - INSTITUTO DE METALURGIA
POSGRADO EN INGENIERIA DE MINERALES

MATERIA: HIDROMETALURGIA

CLAVE:

NUM. DE CRÉDITOS: 6

TIPO DE MATERIA:

PROPEDEUTICA []

BÁSICA []

BÁSICA DE LÍNEA [X]

OPTATIVA []

DURACION DEL CURSO:

48 horas/Semestre

HRS SEMANA DE TEORIA:

3 horas

HRS SEMANA DE LABORATORIO:

MATERIAS ANTECEDENTES:

No se requiere

I. JUSTIFICACION:

Los métodos hidrometalúrgicos han adquirido cada vez mayor importancia en el tratamiento de menas, concentrados, otros materiales y/o efluentes conteniendo valores metálicos, o impurezas que requieran ser removidas. El conocimiento de las diferentes operaciones involucradas en este tipo de procesos es necesario para la formación de profesionistas capaces de resolver problemas prácticos, así como para la generación de conocimiento.

II. OBJETIVOS DEL CURSO:

Presentar los principios básicos de las operaciones unitarias utilizadas en el procesamiento hidrometalúrgico, así como su importancia y diversas aplicaciones. Al final del curso el alumno será capaz de relacionar y aplicar estos conocimientos para el desarrollo de nuevas tecnologías hidrometalúrgicas o para la resolución de problemas prácticos de la industria.

III. TEMARIO DEL CURSO

TEMA 1. Introducción

2 horas

Objetivo. Que el estudiante contextualice la importancia de la hidrometalurgia en el desarrollo de la minería con un enfoque nacional e internacional de esta actividad.

1.1 Objetivos de un proceso hidrometalúrgico

- 1.2 Operaciones unitarias en Hidrometalurgia
- 1.3 Panorama de la Hidrometalurgia en México
- 1.4 Panorama de la Hidrometalurgia a nivel mundial

TEMA 2. Química de Soluciones

6 horas

Objetivo. Que el estudiante aplique principios básicos de la química de soluciones para adquirir criterios de control, análisis y manejo de procesos que involucren especies en solución.

- 2.1 Interacciones iónicas y moleculares
- 2.2 Coeficiente de actividad para sistemas acuosos
- 2.3 Formación de iones complejos
- 2.4 Ligandos e iones metálicos
- 2.5 Precipitación de iones
- 2.6 Solubilidad de sólidos

TEMA 3. Equilibrio químico en reacciones hidrometalúrgicas

8 horas

Objetivo. Que el estudiante aplique fundamentos termodinámicos en el análisis de reacciones químicas típicamente involucradas en operaciones unitarias de procesos hidrometalúrgicos.

- 3.1 Cálculos de equilibrio iónico
- 3.2 Diagramas de distribución de especies
- 3.3 Equilibrio Electroquímico
- 3.4 Potencial de electrodo
- 3.5 Construcción y aplicaciones de los diagramas de Eh-pH

TEMA 4. Papel de la electroquímica en la Hidrometalurgia

6 horas

Objetivo. Que el estudiante aprenda a desarrollar modelos electroquímicos como herramienta de evaluación de procesos hidrometalúrgicos de naturaleza redox

- 4.1 Fundamentos
- 4.2 Teoría de potencial Mixto
- 4.3 Cinética electroquímica

TEMA 5. Lixiviación

8 horas

Objetivo. Que el estudiante conozca los principales procesos desarrollados para la disolución y extracción de metales base y metales preciosos en medio acuoso.

- 5.1 Fundamentos
- 5.2 Lixiviación química
- 5.3 Lixiviación biológica
- 5.4 Lixiviación a altas temperaturas y alta presión
- 5.5 Lixiviación de Óxidos
- 5.6 Lixiviación de Sulfuros
- 5.7 Lixiviación de minerales que contienen metales preciosos

5.8 Proceso de cianuración de oro y plata

TEMA 6. Procesos de Separación y Purificación

8 horas

Objetivo. El estudiante conocerá los fundamentos de los principales procesos utilizados en hidrometalurgia para la separación y purificación de metales base y metales preciosos en medio acuoso.

- 6.1 Introducción
- 6.2 Procesos de separación sólido-líquido
- 6.3 Procesos de adsorción en carbon activado (CIP, CIL, CIC)
- 6.4 Procesos de extracción líquido-líquido
- 6.5 Procesos de adsorción en resinas (RIL, RIP)

TEMA 7. Procesos de recuperación de metales en solución

10 horas

Objetivo. El estudiante conocerá los principales procesos utilizados en hidrometalurgia para la separación y recuperación de metales base y metales preciosos de medios acuosos.

- 7.1 Introducción
- 7.2 Procesos de cristalización
- 7.3 Procesos de precipitación
- 7.4 Procesos de cementación
- 7.5 Procesos de reducción (Reducción con Hidrógeno)
- 7.6 Procesos de electrorecuperación (Electrowinning y electrorefinación)

IV. METODOLOGÍA.

Exposición oral de conceptos, dinámicas de grupo, desarrollo de problemas, manejo de herramientas de cómputo y trabajos de investigación.

V. FORMA DE EVALUACION.

Aplicación de dos exámenes escritos y presentación de casos de estudio por parte de los estudiantes.

Presentación de casos de estudio	30%
Tareas, elaboración de diagramas	20%
Exámenes (dos exámenes)	50%

VI. BIBLIOGRAFIA

BÁSICA

1. Hydrometallurgy : Fundamentals and applications (2013) Free, M., Ed. Wiley, 444 pp.
2. Chemical Hydrometallurgy: Theory and principles (2001) Burkin, A. R. , Ed. Imperial College Press, 424 pp.
3. Habashi, F. (1992) A textbook of hydrometallurgy, Metallurgie Extractive Quebec, Enr. Ed, Quebec, 689 pp.

4. Hydrometallurgy: Theory and Practice, course notes; The Minerals, Metals and Materials Society (1990)
5. Hydrometallurgy in Extraction Processes (1990) C.K. Gupta, Mukherjee, T.K.; CRC Press
6. Solvent Extraction, Principles and Applications to Process Metallurgy, Ritcey, G.M., Ashbrook, A.W.; Elsevier (1984), Vol. 1 & 2, 361 & 737 pp.
7. Rate processes of extractive metallurgy (1979), Sohn, H. Y. and Wadsworth, M. E. Eds. Plenum Press, 472 pp.
8. Ion Exchange, Helfferich, F.G., McGraw-Hill, New York, 1962, 624 pp.

COMPLEMENTARIA

9. Ions in Solution: Basic Principles of Chemical Interactions, J. Burgess; Ellis Horwood Ltd. (1988)
10. Electrochemical methods: Fundamentals and applications, Bard, A. J. and Faulkner, L. R. (1980). John Wiley & Sons, 718pp.
11. Ion Properties, Y. Marcus, Marcel Dekker, NY (1997)
12. Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solution, Pourbaix M., 2^a. Edición en inglés, National Association of Corrosion Engineers (1974)
13. Artículos varios (proporcionados durante el curso).