



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA  
EN QUÍMICA INDUSTRIAL**



<b>PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE:</b>
<b>Fotocatálisis Heterogénea Aplicada al Tratamiento de Aguas</b>

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA</b>	
<b>MODALIDAD:</b>	Curso
<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b>	Teórico-Práctica
<b>SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE:</b>	Octavo
<b>CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:</b>	Obligatoria de elección
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	9

<b>HORAS A LA SEMANA:</b>	6	<b>TEÓRICAS:</b>	3	<b>PRÁCTICAS:</b>	3	<b>SEMANAS DE CLASES:</b>	16	<b>TOTAL DE HORAS:</b>	96
---------------------------	---	------------------	---	-------------------	---	---------------------------	----	------------------------	----

**SERIACIÓN:** Si ( )      No ( X )      Obligatoria ( )      Indicativa ( )

**ASIGNATURA ANTECEDENTE:** Ninguna

**ASIGNATURA SUBSECUENTE:** Ninguna

**OBJETIVOS GENERALES:**  
Al final del curso, el alumno será capaz de:  
Adquirir los conocimientos básicos y suficientes para el entendimiento y aprovechamiento de la fotocatalisis heterogénea como una alternativa para depurar efluentes acuosos contaminados, incluyendo la tecnología para su utilización.

<b>ÍNDICE TEMÁTICO</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>TEMAS</b>	<b>HORAS TEÓRICAS</b>	<b>HORAS PRÁCTICAS</b>
1	Introducción a la Contaminación, Potabilización y Tratamiento del agua	9	0
2	Fotocatálisis Heterogénea	6	0
3	Fotocatalizadores	6	0
4	Síntesis y Caracterización de Catalizadores	12	0
5	Aplicaciones de Fotocatálisis Heterogénea	9	0
6	Experiencias en el tratamiento de agua mediante fotocatalisis	6	0
7	Práctica	0	48
<b>TOTAL DE HORAS TEÓRICAS</b>		<b>48</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS</b>		<b>0</b>	<b>48</b>
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>96</b>	

## CONTENIDO TEMÁTICO

---

- 1. Introducción a la Contaminación, Potabilización y Tratamiento del Agua**
  - 1.1. El agua, propiedades y contaminantes.
  - 1.2. Potabilización del agua.
  - 1.3. Tratamiento de aguas residuales.
  - 1.4. Sistemas de tratamiento terciario del agua.
  - 1.5. Procesos de oxidación avanzada.
  
- 2. Fotocatálisis Heterogénea**
  - 2.1. Fotocatálisis heterogénea.
  - 2.2. Efecto del sustrato.
  - 2.3. Efecto de la irradiación.
  - 2.4. Efecto de la turbulencia.
  - 2.5. Efecto de agentes oxidantes.
  - 2.6. Efecto del pH.
  - 2.7. Efecto de la temperatura.
  
- 3. Fotocatalizadores**
  - 3.1 Semiconductores y sus propiedades fotocatalíticas.
  - 3.2 Fotocatalizadores para sistemas heterogéneos.
  - 3.3 Obtención de fotocatalizadores.
  
- 4. Síntesis y Caracterización de Catalizadores**
  - 4.1 Sputtering.
  - 4.2 Sol-gel.
  - 4.3 Sistemas de electrodeposición.
  - 4.4 Aplicación de fotocatalizadores como films.
  - 4.5 Caracterización de catalizadores.
  
- 5. Aplicaciones de Fotocatálisis Heterogénea**
  - 5.1 Sistemas con concentración.
  - 5.2 Sistemas sin concentración.
  - 5.3 Sistemas con el catalizador suspendido.
  - 5.4 Sistemas con el catalizador inmovilizado.
  - 5.5 Sistemas basados en lámparas de luz UV.
  - 5.6 Sistemas basados en el uso de la radiación solar.
  - 5.7 Sistemas híbridos.
  - 5.8 Energía solar y fotocatálisis.
  
- 6. Experiencias en el tratamiento de agua mediante fotocatálisis**
  - 6.1 El estudiante desarrollará investigación documental sobre sistemas reales de fotocatálisis heterogénea y la presentará de forma escrita. El tema será de común acuerdo con quien imparta la asignatura.

## 7. Práctica

- 7.1. Uso de espectrofotómetro y equipo de laboratorio.
- 7.2. Curvas de calibración espectrofotométricas.
- 7.3. Determinación de demanda química de oxígeno y curva de calibración.
- 7.4. Determinación de nitritos, nitratos, cloruros y fosfatos.
- 7.5. Determinación del orden de reacción fotocatalítica mediante la oxidación de colorantes orgánicos.
- 7.6. Síntesis de semiconductores para fotocatalisis en suspensión mediante sol-gel.
- 7.7. Oxidación de un contaminante orgánico mediante el uso del fotocatalizador sintetizado en el laboratorio y suspendido.
- 7.8. Síntesis de catalizador inmovilizado por sol-gel.
- 7.9. Aplicación del catalizador inmovilizado para oxidación fotocatalítica del contaminante orgánico a la par de determinar el efecto de la fotolisis.
- 7.10. Efecto de un oxidante químico sobre la fotocatalisis heterogénea.
- 7.11. Efecto de la fuente de radiación y su intensidad sobre la fotocatalisis heterogénea.
- 7.12. Dopado de catalizadores mediante sol-gel.
- 7.13. Efecto de impurezas (dopado) en el catalizador sobre la oxidación del contaminante orgánico.

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Halman, M. M. (2001). *Photodegradation of water pollutants*. USA: CRC Press.
- Herrmann, J.M. (2005). Heterogeneous photocatalysis: state of the art present applications. *Topics in Catalysis*, Vol. 34, No. 1-4, pp. 49-65.
- Blanco, J. y Malato, S. (1996). *Tecnología de fotocatalisis solar*. España: Escobar Ediciones.
- Metcalf & Eddy (2004). *Wastewater Engineering*. USA: McGraw Hill.
- Novotna, P., Krysa, J., Maixner, J., Kluson, P. and Novak, P. (2010). *Photocatalytic activity of sol-gel TiO<sub>2</sub> thin films deposited on soda lime glass and soda lime glass precoated with a SiO<sub>2</sub> layer*. Amsterdam: Elsevier: Surface & Coatings Technology.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Dunlop, P.S., Galdi, A., Mc Murray, T.A., Hamilton, J.J., Rizo, L. and Byrne, J. A. Comparison of Photocatalytic Activities of Commercial Titanium Dioxide Powders Immobilized on Glass Substrates. *Science and Technology Network, Inc.*, Vol. 13, No. 1, pp. 99-106.
- Treybal, R. (2001). *Operaciones de Transferencia de masa*. Mexico: McGraw Hill.

- Nezamzadeh-Ejhieh, A. and Hushmandrad, S. (2010). Solar photodecolorization of methylene blue by CuO/X zeolite as a heterogeneous catalyst. *Applied Catalysis A: General*, Vol. 388, pp. 149-159.
- Orendorz, A. Ziegler, C. and Gnaser, H. (2008). Photocatalytic decomposition of methylene blue and 4-chlorophenol on nanocrystalline TiO<sub>2</sub> films under UV illumination: A ToF-SIMS study. *Applied Surface Science*, Vol. 255, No. 4, pp. 1014-1101.
- Mozia, S. Toyoda, M. Tsumara, T. Inagaki, M and Morawski, A.W. (2007). Comparison of effectiveness of methylene blue decomposition using pristine and carbon-coated TiO<sub>2</sub> in a photocatalytic membrane reactor. *Desalination*, Vol. 212, No. 1-3, pp. 141-151.
- Pozzo, R.L. Baltanás, M.A. and Cassano, A. (1997). Supported titanium oxide as photocatalysis in water decontamination: State of the art. *Catalysis Today*, Vol. 39, pp. 219-231.

### SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exposición oral de temas por parte del profesor / profesora	✓
Trabajos de investigación	✓
Seminarios	✓
Laboratorio	✓

### MECANISMOS DE EVALUACIÓN

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	UTILIZACIÓN EN EL CURSO
Exámenes parciales	✓
Examen final	✓
Trabajos y tareas fuera del aula	✓
Exposición de seminarios por los alumnos	✓
Laboratorio	✓
Asistencia	✓
	✓

### PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA

LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Química, Química Industrial	Ciencias Químicas	Química Orgánica	Química Organometálica
Con experiencia docente			