

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Fenómenos de Transporte
Clave de la asignatura:	AEF-1027
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería Ambiental e Ingeniería en Materiales

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa es fundamental para conocer los fenómenos involucrados en los procesos unitarios en Ingeniería Ambiental y en los procesos de Ing. en Materiales, en virtud de ser la que aporta las bases para la comprensión y aplicación en el diseño de los se estudiarán durante la formación profesional.

La asignatura aborda desde la comprensión de conceptos como fluido, flujo, y su clasificación, así como las diferentes formas de representar la concentración, la interpretación de temperatura, conductividad y resistencia térmica e identifica los diferentes mecanismos de transferencia. Se obtienen las correlaciones a partir de los fenómenos involucrados, que son usados para resolver los problemas que analíticamente se plantean. Se determinan a partir de expresiones semi empíricas la viscosidad, conductividad y difusividad en los diferentes tipos de fluidos y la conductividad en los sólidos. Se incluye el tema de superficies extendidas para definir su comportamiento y uso, concluyendo con la determinación del comportamiento de sistemas en los que se da el mecanismo de transferencia de calor por radiación.

La asignatura requiere de conocimientos previos de balance de materia y energía, álgebra, cálculo diferencial e integral ecuaciones diferenciales y se relaciona con todas las posteriores que involucran procesos unitarios, ya que para entender e interpretar los procesos es indispensable conocer los mecanismos o fenómenos que los gobiernan.

Esta asignatura es de primordial importancia en la formación de un ingeniero ambiental y de materiales porque le servirá de apoyo en la toma de decisiones durante el desarrollo de proyectos relacionados con la distribución de capas en la atmósfera.

El egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental o Ing. en Materiales, habrá integrado a su perfil, herramientas y conocimientos que le facilitarán la interpretación del transporte de gases y su aplicación en sistemas de distribución.

Intención didáctica

La asignatura consta de cuatro temas, en la primera se identifican los tipos de transferencia de un proceso de acuerdo a los mecanismos de momentum calor y masa, en el segundo tema se determinan perfiles de velocidad en diversos sistemas geométricos aplicando el balance microscópico de cantidad de movimiento y perfiles de velocidad en sistemas de flujo utilizando la teoría de la capa

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

límite, en el tercer tema se determina la conductividad térmica en gases, líquidos y sólidos utilizando las correlaciones correspondientes al igual que perfiles de temperatura en diversos sistemas geométricos aplicando el balance microscópico de cantidad de calor y se estima el coeficiente individual de transferencia de calor H_c en diferentes geometrías usando las correlaciones correspondientes y finalmente se calculan el calor en un cuerpo emisor utilizando la ley de Stefan Boltzman. En el último tema se calculan la difusividad de gases y líquidos utilizando las correlaciones correspondientes y se estiman los perfiles de concentración en diversos problemas de ingeniería utilizando balance de masa.

Mediante trabajos de laboratorio en equipo, el estudiante adquirirá la capacidad de fijar condiciones de transporte; turbulento y laminar en distribución de fluidos.

El trabajo de búsqueda bibliográfica que se fomentará en el estudiante lo capacitará para identificar información específica e importante sobre determinada materia de su interés.

Se habrá de fomentar la escritura de reportes sobre trabajos que el estudiante realice en el laboratorio, consiguiendo con ello, la habilidad de expresar en forma escrita sus observaciones y conclusiones, de manera que sean fácilmente entendidas por otros.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 15 al 18 de junio de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, Acapulco, Aguascalientes, Apizaco, Boca Río, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Chiná, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Victoria, Colima, Comitán, Cautla, Durango, El Llano de Aguascalientes, Huixquilucan, Valle Bravo, Guaymas, Huatabampo, Huejutla, Iguala, La Laguna, La Paz, La Zona Maya, León, Lerma, Linares, Los Mochis, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Puebla, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic,</p>	<p>Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.</p>

	<p>Tijuana, Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Valle de Oaxaca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Zacatepec, Altiplano de Tlaxcala, Coatzacoalcos, Cuautitlán Izcalli, Fresnillo, Irapuato, La Sierra Norte Puebla, Macuspana, Naranjos, Pátzcuaro, Poza Rica, Progreso, Puerto Vallarta, Tacámbaro, Tamazula Gordiano, Tlaxco, Venustiano Carranza, Zacapoaxtla, Zongólica y Oriente del Estado Hidalgo.</p>	
<p>Instituto Tecnológico de Morelia del 10 al 13 de septiembre de 2013.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, CRODE Celaya, Cerro Azul, Chihuahua, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Hidalgo, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Valles, Coacalco, Colima, Iguala, La Laguna, Lerdo, Los Cabos, Matamoros, Mérida, Morelia, Motúl, Múzquiz, Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de México, Orizaba, Pachuca, Progreso, Purhepecha, Salvatierra, San Juan del Río, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tepic, Tlatlauquitpec, Valle de Morelia, Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Asignaturas Equivalentes del SNIT.</p>

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Analiza mediante modelos matemáticos los procesos de tratamiento para controlar las variables que afectan al medio ambiente.</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Resuelve problemas de masa y energía, aplicando los principios y leyes de la termodinámica. • Identifica los elementos de un vector en sistemas, utilizando el análisis vectorial. • Resuelve problemas de cálculo diferencial e integral, y ecuaciones diferenciales, utilizando las

formulas correspondientes.

- Maneja y desarrolla software para la solución numérica de sistemas algebraicos y diferenciales usando la programación.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Mecanismos de transferencia.	1.1 Análisis macroscópico y microscópico de los sistemas. 1.2 Teoría de medio continuo. 1.3 Tipos de Transferencia 1.3.1 Fuerzas impulsoras, fuerzas superficiales y fuentes volumétricas 1.3.2 Leyes que rigen la transferencia y propiedades de transporte (viscosidad, conductividad térmica y difusividad) 1.3.3 Analogías existentes 1.3.4 Análisis dimensional (dimensión, unidad, magnitud, sistema de dimensiones)
2	Transferencia de cantidad de movimiento	2.1 Ley de Newton de la viscosidad 2.2 Fluidos newtonianos y no newtonianos. 2.2.1 Modelos reológicos. 2.2.2 Mediciones de propiedades reológicas. 2.3 Experimento de Reynolds. 2.4 Medición y estimación de viscosidad en gases y líquidos. 2.5 Ecuación de continuidad. 2.6 Balances de Cantidad de Movimiento en diferentes geometrías 2.7. Ecuaciones de Navier-Stokes
3	Transferencia de calor	4.1 Formas de transferencia de calor. 4.2 Ley de Fourier. 4.2.1 Conductividad térmica: Medición y estimación. 4.2.2 Transferencia de calor por conducción en diferentes geometrías. 4.2.3 Transferencia de calor por convección natural y forzada en diferentes geometrías. 4.2.4 Transferencia de calor por radiación: Ley de Stefan-Boltzmann. 4.3 Intercambiadores de calor. 4.4 Ley de enfriamiento de Newton.
4	Transferencia de masa en sistemas binarios	4.1 Concentración, presión parcial, fracción masa y molar. 4.2 Ley de Fick. 4.3 Difusividad: Medición y estimación. Concepto de difusividad efectiva. 4.4 Ecuación de continuidad en diversos sistemas coordenados 4.4.1 Cálculo de perfiles de concentración en problemas de aplicación. 4.5 Transferencia de masa interfacial.

		4.5.1 Modelo de transferencia convectiva de masa. 4.5.2 Coeficiente de transferencia de masa, correlaciones y analogías (Reynolds, Chilton-Colburn).
--	--	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Mecanismos de transferencia	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza distintos tipos de transferencia realizando el análisis dimensional para entender la similitud entre ellos</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Solución de problemas. • Trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar a través de seminarios en donde se analicen las transferencias de momentum, calor y masa, las leyes que las rigen y sus parámetros de transporte. • Diseñar trabajos de investigación sobre las diversas aplicaciones de los fenómenos de transferencia. • Explicar los diferentes sistemas de dimensiones y unidades más comunes • Resolver problemas para homogeneizar dimensiones y unidades • Obtener y describir el significado de los números adimensionales característicos de los problemas de transferencia de momentum (Reynolds, Weber, Froude, Euler).
Transferencia de cantidad de movimiento	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Determina perfiles de velocidad en diversos sistemas geométricos aplicando el balance microscópico de cantidad de movimiento para calcular el flujo de un fluido.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Solución de problemas. • Trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Describir el efecto de la presión y la temperatura sobre la viscosidad de fluidos. • Presentar un video referente a la medición de propiedades reológicas • Implementar talleres de solución de problemas tipo. • Diferenciar físicamente un fluido newtoniano y el no newtoniano. • Resolver problemas de transferencia de momentum. • Explicar el significado físico de los términos involucrados en las ecuaciones generales de cambio. • Calcular mediante un balance de momentum la distribución de velocidad en diferentes flujos

Transferencia de calor	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Calcula la transferencia de calor en un sistema para su aplicación en un proceso determinado.</p> <p>Genéricas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Solución de problemas. • Trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar la conducción de calor y la Ley de Fourier y describir el efecto de la presión y la temperatura sobre la conductividad térmica de gases, líquidos y sólidos. • Calcular la conductividad térmica de gases, líquidos y sólidos aplicando correlaciones generalizadas. • Implementar un seminario para establecer el balance de energía contemplando la conducción y convección de calor y discutir su importancia. • Organizar talleres para resolver problemas de transferencia de calor bajo diversas condiciones
Transferencia de masa en sistemas binarios	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Calcula la difusividad de gases y líquidos utilizando las correlaciones correspondientes para establecer los perfiles de concentración en la transferencia de masa.</p> <p>Genéricas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis • Habilidades básicas de manejo de la computadora • Solución de problemas. • Trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar el concepto de difusividad en mezclas binarias (coeficiente de difusión binario) y describir el efecto de la presión y la temperatura sobre la difusividad en gases, líquidos y sólidos. • Calcular la difusividad de gases y líquidos mediante correlaciones generalizadas. • Explicar la convección natural de masa inducida por altas concentraciones de un soluto. • Calcular coeficientes de transferencia de masa. • Resolver problemas de transferencia de masa por difusividad en estado estable y dinámico para diferentes geometrías.

8. Práctica(s)

1. Caracteriza un fluido en condiciones controladas utilizando un viscosímetro y las características reológicas de los fluidos.
2. Determina el Flujo laminar en el interior de un tubo graficando las mediciones de la velocidad.
3. Estima la dinámica de calentamiento y la conductividad térmica en un cuerpo biológico (e.g. una papa) y estimación a través de la medición de temperaturas.
4. Mide la difusividad en un sistema sólido-líquido, gas-gas. Graficando las mediciones de la concentración.
5. Obtiene una solución computacional y visualización de resultados a problemas específicos utilizando el software (MathCad, Excel, Slicer Dicer, software CFD, programas locales, entre

otros).

6. Determina el comportamiento de un fluido en condiciones controladas, midiendo el esfuerzo cortante y velocidad de corte en líquidos biológicos para obtener modelos reológicos.

7. Determina el coeficiente de transferencia de calor de un sólido en condiciones controladas utilizando la ley de Fourier.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- Trabajos de investigaciones documentales y exposición de los mismos
- Participación del estudiante durante el desarrollo del curso.
- Exámenes dentro y fuera del aula.
- Reportes de prácticas.
- Reportes de visitas a industrias.
- Seminarios impartidos por los estudiantes
- Presentación de un proyecto propio de la asignatura.
- Talleres de resolución de problemas
- Realización de problemas selectos.
- Participación en foros virtuales para el fortalecimiento de los temas
- Utilización de rubricas, listas de verificación, cuadros comparativos.

11. Fuentes de información

1. R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot. Transport Phenomena, 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc., N.Y. 2002.
2. Brodkey Robert S., Hershey Harry C. Transport Phenomena: A Unified Approach. McGraw-Hill. USA. 1988.
3. Lobo, R. Principios de Transferencia de Masa. Universidad Autónoma Metropolitana-

Iztapalapa. México. 1997.

4. Christie J. Geankoplis. Transport Processes and Separation Process Principles. Fourth ed. Prentice Hall PTR. USA. 2003.

5. Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, John P. O'Connell. The Properties of Gases and Liquids. 5 edition. McGraw-Hill Professional. USA. 2000.

6. Adrian Bejan. Allan D. Graus. Heat Transfer Handbook. John Wiley & Sons, Inc. USA. 2003.

7. Frank P. Incropera, David P. DeWitt. Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 5th Edition. John Wiley & Sons Inc. 2002.

8. J. Welty, C.E. Wicks, R. E. Wilson, G. L. Rorrer. Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer. 4th edition. John Wiley & Sons. Inc. 2001.

9. Treybal Robert E., Operaciones de Transferencia de Masa 2a. ed. McGraw-Hill. México. 1988.

10. James F. Steffe. Rheological Methods in Food Engineering. Second Edition. Freeman Press. 1992.

11. Richard G. Rice, Duong D. Do. Applied Mathematics and Modeling for Chemical Engineers. John Wiley & Sons, Inc. 1995.