

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

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

2.- PRESENTACION

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 la 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 procesos que durante la formación profesional se estudiarán.

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 usadas para resolver los problemas que analíticamente se plantean. Se determinan a partir de expresiones semiempíricas la viscosidad, conductividad y difusividad en los diferentes tipos de fluidos y particularmente en los sólidos la conductividad. 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 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, 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 cinco unidades en la primera se identifican los tipos de transferencia de un proceso de acuerdo a los mecanismos de momentum calor y masa, en la segunda se determinan perfiles de velocidad en diversos sistemas geométricos aplicando el balance microscópico de cantidad de movimiento, en la tercera se determinan perfiles de velocidad en sistemas de flujo utilizando la teoría de la capa límite, en la cuarta se determinan 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 calcula el calor en un cuerpo emisor utilizando la ley de Stefan Boltzman. En la unidad cinco se calcula 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

trasporte; 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.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias Específicas

Obtener e interpretar modelos matemáticos de los procesos de tratamiento para mejorar el ambiente aplicando los fundamentos del balance microscópico de cantidad de movimiento, calor y masa.

Obtener las propiedades de transporte en sistemas controlados, mediante correlaciones.

Competencias Genéricas

1- Competencias instrumentales:

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos generales básicos
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua
- Conocimiento de una segunda lengua
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

2-Competencias interpersonales:

Capacidad crítica y autocrítica

- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales
- Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas
- Apreciación de la diversidad y multiculturalidad
- Habilidad para trabajar en un ambiente laboral
- Compromiso ético

3-Competencias sistémicas:

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- Liderazgo
- Conocimiento de culturas y costumbres de otros países
- Habilidad para trabajar en forma autónoma
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos
- Iniciativa y espíritu emprendedor
- Preocupación por la calidad
- Búsqueda del logro

Una competencia es una capacidad profesional, es una construcción intelectual culturalmente diseñada, desarrollada en un proceso formativo.

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
<p>Institutos Tecnológicos de: Celaya, Mérida, Minatitlán, Nuevo León, Santiago Papasquiaro y Villahermosa. Fecha: 17 de septiembre de 2009 a 5 de febrero de 2010</p>	<p>Representante de la Academia de Ingeniería Ambiental.</p>	<p>Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Ambiental.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Fecha: 15 al 18 de junio de 2010.</p>	<p>Representante de los Institutos Tecnológicos de Tuxtepec, Tijuana, Saltillo, Zacatecas, Mérida, Veracruz, Celaya, Aguascalientes y Orizaba y de los Institutos Superiores de Poza Rica, Tamazula de Giordano, Tacámbaro, Irapuato, Coatzacoalcos y Venustiano Carranza</p>	<p>Reunión de fortalecimiento curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST</p>

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO (Competencias específicas a desarrollar en el curso)

Obtener e interpretar modelos matemáticos de los procesos de tratamiento para mejorar el ambiente aplicando los fundamentos del balance microscópico de cantidad de movimiento, calor y masa.

Obtener las propiedades de transporte en sistemas controlados, mediante correlaciones.

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS (COMPETENCIAS PREVIAS)

- Resolver problemas de masa y energía, aplicando los principios y leyes de la termodinámica.
- Identificar los elementos de un vector en sistemas, utilizando el análisis vectorial.
- Resolver problemas de cálculo diferencial e integral, y ecuaciones diferenciales, utilizando las formulas correspondientes.
- Manejar y desarrollar software para la solución numérica de sistemas algebraicos y diferenciales usando la programación.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Mecanismos de transporte molecular	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 1.3.4.1.-Dimensión, unidad y magnitud 1.3.4.2.-Sistemas de dimensiones y unidades 1.3.4.3.-Homogeneidad de dimensiones de unidades <ul style="list-style-type: none">• Uso de gc• Conversiones

Unidad	Temas	Subtemas
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 Régimen de un fluido: Laminar y turbulento. 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 2.6.1 Deducción y uso de tablas en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas. 2.6.2 Cálculo de perfiles de velocidad en

		<p>problemas de aplicación y su empleo en el diseño (velocidad promedio, número de Reynolds, flujo volumétrico, fuerza que ejerce un fluido sobre las paredes del sistema. entre otros).</p> <p>2.7 Ecuaciones de Navier-Stokes</p>
--	--	---

Unidad	Temas	Subtemas
3	Transferencia Interfacial de Cantidad de movimiento	3.1 Turbulencia: Concepto y características 3.2 Propiedades promedio: Descripción de modelos de turbulencia. 3.3 Teoría de capa límite. Perfiles de velocidad. 3.4 Flujo a través de medios porosos: Ley de Darcy, ecuación de Ergun, permeabilidad y porosidad. 3.4.1. Fluidización

Unidad	Temas	Subtemas
4	Transferencia de calor.	4.1 Formas de transferencia de calor. 4.2 Ley de Fourier. 4.3 Conductividad térmica: Medición y estimación. 4.4 Balance microscópico de calor. 4.4.1 Deducción y uso de tablas en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas. 4.4.2 Cálculo de perfiles de temperatura en problemas de aplicación. Condiciones de frontera de Dirichlet, Neumann y Robins. 4.4.3 Introducción al estado dinámico. 4.5 Transporte en la interfase. 4.5.1. Ley de enfriamiento de Newton. 4.5.2 Coeficiente convectivo de transferencia de calor. Correlaciones. 4.6 Transferencia de calor por radiación: Ley de Stefan-Boltzmann.

Unidad	Temas	Subtemas
5	Transferencia de Masa en sistemas binarios.	5.1 Ley de Fick. 5.2 Concentración, presión parcial, fracción masa y molar. 5.3 Difusividad: Medición y estimación. Concepto de difusividad efectiva. 5.4 Balance microscópico de masa para un componente en sistemas binarios. 5.4.1. Deducción y uso de tablas en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas. 5.4.2. Cálculo de perfiles de concentración en problemas de aplicación. 5.4.3. Introducción al estado dinámico. 5.5 Transferencia de masa interfacial. 5.5.1. Modelo de transferencia convectiva

		<p>de masa.</p> <p>5.5.2 Coeficiente de transferencia de masa, correlaciones y analogías (Reynolds, Chilton-Colburn).</p> <p>5.6 Introducción a los fenómenos acoplados y aplicaciones en los procesos bioquímicos.</p>
--	--	---

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (Desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

- Propiciar en el estudiante la participación en eventos académicos (Concursos de creatividad, congresos, entre otros).
- Realizar dinámicas grupales en las que se defiendan y discutan ideas, leyes, modelos y conceptos.
- Organizar talleres de resolución de problemas relacionados con cada uno de los temas del programa.
- Programar visitas a industrias con objeto de conocer físicamente equipos en donde exista transferencia de momentum, calor y masa.
- Emplear recursos audiovisuales como proyector digital y medios cibernéticos en el aula.
- Promover la discusión de artículos científicos apropiados, en donde se apliquen los fenómenos de transporte.
- Emplear el software apropiado (Excel, Matemática, MathCad, CFD, software local, entre otros) para la solución y análisis de problemas.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- 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.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Mecanismos de transporte molecular

Competencia especifica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar los tipos de transferencia de un proceso de acuerdo a los mecanismos de momentum calor y masa Resolver problemas numéricos usando los principios de similaridad.	<ul style="list-style-type: none">• Explicar los enfoques de la ingeniería y de la Física para el tratamiento de problemas, con el uso de Internet en el aula.• 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 mas 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) mediante el análisis dimensional de las ecuaciones de cambio.

Unidad 2.- Transferencia de cantidad de movimiento

Competencia especifica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Determinar perfiles de velocidad en diversos sistemas geométricos aplicando el balance microscópico de cantidad de movimiento	<ul style="list-style-type: none">• Describir el efecto de la presión y la temperatura sobre la viscosidad de fluidos.• Calcular la viscosidad de gases y líquidos mediante correlaciones generalizadas.• Presentar un video referente a la medición de propiedades reológicas• Implementar talleres de solución de problemas tipo como flujo de un fluido por el interior de un tubo, flujo a través de un medio poroso, fluido en un tanque cilíndrico, entre otros.• Explicar físicamente con apoyo en fluidos modelo las diferencias entre un fluido newtoniano y el no newtoniano.• Realizar un seminario sobre modelos reológicos y su importancia en la Ingeniería Bioquímica.• Analizar las ecuaciones generales de cambio para formular la descripción matemática de problemas de transferencia de momentum.• Explicar el significado físico de los términos involucrados en las ecuaciones generales de cambio.• Calcular, a partir de un balance de momentum, la distribución de

Competencia especifica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
	<p>velocidad, la velocidad máxima, la velocidad promedio, el flujo volumétrico y la fuerza ejercida sobre las paredes del sólido que limita al fluido en movimiento, en estado estable, en sistemas de geometría rectangular y cilíndrica, para los siguientes casos y similares: Flujo laminar en una película descendente, flujo laminar en un tubo entre otros.</p>

Unidad 3.- Transferencia Interfacial de Cantidad de movimiento

Competencia especifica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Determinar perfiles de velocidad en sistemas de flujo utilizando la teoría de la capa límite</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar el concepto de capa límite de velocidad. • Explicar la convección forzada de momentum mediante el concepto de la capa límite laminar. • Explicar la relación entre el factor de fricción y la capa límite laminar y turbulenta así como las variables que las afectan en términos del número de Reynolds. • Calcular factores de fricción a partir de correlaciones en las siguientes situaciones en flujo laminar y turbulento: flujo en lechos empacados

Unidad 4.- Transferencia de calor.

Competencia especifica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Determinar la conductividad térmica en gases, líquidos y sólidos utilizando las correlaciones correspondientes</p> <p>Determinar perfiles de temperatura en diversos sistemas geométricos aplicando el balance microscópico de cantidad de calor</p> <p>Estimar el coeficiente individual de transferencia de calor h_c en diferentes geometrías usando las correlaciones correspondientes</p> <p>Calcular el calor en un cuerpo emisor utilizando la ley de Stefan Boltzman</p>	<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 deducir el balance microscópico de energía contemplando la conducción y convección de calor y discutir su importancia. • Organizar talleres para calcular, a partir de un balance de energía, el flujo conductivo de calor, unidireccional, en estado estable y dinámico, a través de sistemas de una pared y de paredes compuestas de geometría rectangular, cilíndrica y esféricas, con y sin fuentes volumétricas de calor con condiciones de frontera de Dirichlet, Neuman y Robins • Explicar la convección natural, la convección forzada y la ley de enfriamiento de Newton y emplear correlaciones para la estimación de h_c locales y globales. • Obtener los números adimensionales característicos de los problemas de transferencia de calor mediante el análisis dimensional de las ecuaciones de cambio. • Describir el significado físico de los principales números adimensionales de la transferencia de calor (números de Grashof, Prandtl, Péclet, Fourier, Nusselt, Biot, Stanton y el factor j_H). • Explicar la radiación de calor y la Ley de Stefan-Boltzman y sus aplicaciones.

UNIDAD 5.- Transferencia de Masa en sistemas binarios

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Calcular la difusividad de gases y líquidos utilizando las correlaciones correspondientes.</p> <p>Estimar perfiles de concentración en diversos problemas de ingeniería utilizando balance de masa.</p> <p>Estimar los coeficientes de transferencia de masa local y promedio a partir de correlaciones y analogías</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar la difusión molecular y la ley de Fick. • 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 el concepto de difusividad efectiva de una sustancia en un medio multifásico (medio poroso). • Explicar la convección natural de masa inducida por altas concentraciones de un soluto. • Deducir el balance microscópico de masa para un componente "A" y explicar el significado físico de los términos involucrados en las ecuaciones generales de cambio. • Calcular a partir de un balance de masa, el flujo difusivo de masa unidireccional, contra-equimolar y contra-no-equimolar, en estado estable y dinámico, a través de medios homogéneos y heterogéneos (difusividad efectiva); en geometrías rectangulares, cilíndricas o esféricas, con y sin reacción química, empleando condiciones de frontera de Dirichlet, Neumann o Robins. • Explicar la convección forzada de masa y el coeficiente de transferencia de masa. • Estimar los coeficientes de transferencia de masa local y promedio a partir de correlaciones y analogías entre las transferencias de momentum, calor y masa (analogías de Reynolds y de Chilton-Colburn). • Obtener los números adimensionales característicos de los problemas de transferencia de masa mediante el análisis dimensional de las ecuaciones de cambio. • Describir el significado físico de los principales números adimensionales de la transferencia de masa (números de Reynolds, Grashof de masa, Schmidt, Péclét de masa, Fourier de masa, Sherwood, Nusselt de masa, Biot de masa, Damköhler, Lewis, Stanton de masa, módulo de Thiele, factor jD). • Realizar un seminario, en donde se describan y propongan los modelos matemáticos de diversos fenómenos acoplados como es el caso del secado, dinámica de cámaras frigoríficas y hornos, almacenamiento de granos, biorreactores con microorganismos o enzimas inmovilizadas, entre otros. Apoyarse con artículos científicos <i>ad hoc</i>.

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. Hines, A. L., Maddox, R.N. Transferencia de Masa: Fundamentos y Aplicaciones. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. México. 1987.
5. Christie J. Geankoplis. Transport Processes and Separation Process Principles. Fourth ed. Prentice Hall PTR. USA. 2003.
6. Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, John P. O'Connell. The Properties of Gases and Liquids. 5 edition. McGraw-Hill Professional. USA. 2000.
7. Adrian Bejan. Allan D. Graus. Heat Transfer Handbook. John Wiley & Sons, Inc. USA. 2003.
8. Holman Jack P. Heat Transfer", 8a. ed. McGraw-Hill. USA. 1997.
9. Frank P. Incropera, David P. DeWitt. Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 5th Edition. John Wiley & Sons Inc. 2002.
10. 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.
11. Treybal Robert E., Operaciones de Transferencia de Masa 2a. ed. McGraw-Hill. México. 1988.
12. James F. Steffe. Rheological Methods in Food Engineering. Second Edition. Freeman Press. 1992.
13. Richard G. Rice, Duong D. Do. Applied Mathematics and Modeling for Chemical Engineers. John Wiley & Sons, Inc. 1995.

12. PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Caracterizar un fluido en condiciones controladas utilizando un viscosímetro y las características reológicas de los fluidos
- Determinar el Flujo laminar en el interior de un tubo graficando las mediciones de la velocidad
- Estimar 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.
- Medir la difusividad en un sistema sólido-líquido, gas-gas. Graficando las mediciones de la concentración
- Obtener una solución computacional y visualización de resultados a problemas específicos utilizando el software (MathCad, Excel, Slicer Dicer, software CFD, programas locales, entre otros).
- Determinar el comportamiento de un fluido en condiciones controladas, midiendo el esfuerzo cortante y velocidad de corte en líquidos biológicos para obtener modelos reológicos.
- Determinar el coeficiente de transferencia de calor de un sólido en condiciones controladas utilizando la ley de Fourier.