



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Química

SÍLABO DE INTRODUCCIÓN A LOS FENÓMENOS DE TRANSPORTE

I. DATOS GENERALES:

1.1. Código de la asignatura	:	35305
1.1 Escuela Académico Profesional	:	INGENIERÍA QUÍMICA
1.2 Departamento Académico	:	Ingeniería Química y Metalúrgica
1.3 Ciclo	:	CICLO V
1.4 Créditos Académicos	:	03 (TRES)
1.5 Condición	:	OBLIGATORIO
1.6 Plan de Estudios	:	04
1.7 Horas Semanales:	:	T=2 P=2 L=0
1.8 Pre-requisito	:	FISICO QUÍMICA I (35252)
1.9 Semestre Académico	:	2018-II
1.10 Docente::	:	Dr. CARLOS MIGUEL CHUQUILIN TERÁN
1.11 Código	:	DNQ 184

II. FUNDAMENTACIÓN

El proceso de formación académica del ingeniero químico es más eficaz cuando se sustenta en una estructura que permite la fluidez del saber científico entre las fronteras de los fundamentos de ciencias básicas y de la ingeniería, figurativamente el fluido que transporta este saber constituye para la ingeniería química los denominados fenómenos de transporte, de modo que no hayan grietas que separen las ciencias básicas con la ingeniería. Esta continuidad del flujo del conocimiento es muy relevante puesto que permite explicar los fenómenos macroscópicos de la Ingeniería Química mediante los respectivos fundamentos teóricos.

III. JUSTIFICACIÓN DEL CURSO

Los procesos químicos industriales en los cuales se transforman materias primas, esencialmente están relacionados con los fenómenos de transferencia de cantidad de movimiento, energía (calor) y de materia; sin embargo las áreas de desarrollo de la ingeniería química son muchas y variadas y los sistemas deben guardar armonía con el desarrollo de nuevas tecnologías y mejoras lanzando al profesional a un requerimiento innovador frecuente. Estas competencias demandan destrezas en la solución de problemas de operaciones unitarias con un enfoque holística de los fenómenos intervinientes en las respectivas operaciones.

IV. PRÓPOSITO GENERAL DEL CURSO

El propósito del curso es comprender los principios de los fenómenos de transporte y sus mecanismos a nivel molecular y convectivo de las propiedades, cantidad de movimiento, calor y materia en procesos estacionarios e introducirlos al nivel macroscópico con aplicaciones orientadas a la comprensión de las operaciones unitarias de Ingeniería Química.

V. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La metodología de desarrollo del curso se basa en el análisis fenomenológico de la manera más sencilla posible a fin de hacer más fácil la comprensión y dominio de los temas de la asignatura. Para esto los alumnos disponen de un material escrito relativo al contenido de las clases desarrolladas. Teniendo en cuenta la disponibilidad de este material las clases se desarrollan en forma de seminarios teórico-prácticos, de asistencia obligatoria y un horario complementario de consultas. Los alumnos profundizarán la comprensión de los conceptos teóricos a través de la resolución de problemas mediante el uso de Excel o de paquetes sencillos.

VI. SUMILLA

Generalidades. Transporte de Cantidad de movimiento (flujo viscoso), transporte de Energía (calorífica) y Transporte de materia. Principios teóricos, mecanismos, métodos y modelos que permiten analizar, evaluar e interpretar los fenómenos de transporte de cantidad de movimiento, calor y masa, en forma individual y simultáneamente para sistemas estacionarios. Introducción de tales fenómenos al nivel macroscópico con aplicaciones específicas orientadas a la explicación de las operaciones unitarias de Ingeniería Química.

VII. COMPETENCIAS DEL CURSO

El curso de fenómenos de Transporte, debe desarrollar en los estudiantes las siguientes competencias fundamentales:

Obtener los coeficientes fenomenológicos viscosidad, conductividad térmica, y coeficiente de difusión de masa, por métodos experimentales, a través de la literatura correspondiente o mediante el cálculo a partir de correlaciones semiempíricas.

Comprender la relación e impactos de los coeficientes fenomenológicos: viscosidad, conductividad térmica, y coeficiente de difusión de masa en el comportamiento de los sistemas físicos respectivos.

Establecer y evaluar modelos matemáticos en situaciones físicas determinadas, las restricciones y supuestos para la elaboración de los mismos así como aplicar las técnicas básicas de solución analítica de los modelos planteados.

Explicar los procesos de transporte macroscópicos propios de las operaciones unitarias en Ingeniería Química.

VIII PROGRAMACIÓN POR UNIDADES DE APRENDIZAJE:

UNIDAD I: TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

UNIDAD II: TRANSPORTE DE ENERGÍA TÉRMICA

UNIDAD III: TRANSPORTE DE MASA

UNIDAD I: TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.					
Semana	CONTENIDOS			Estrategia didáctica	Indicadores de logros
	conceptuales	procedimentales	actitudinales		

1	Fenómenos de transporte: regímenes, mecanismos, niveles (escalas) de descripción fenomenológica. El continuo, Fluido, propiedades mecánicas, partícula fluida, campo de flujo, introducción a la cinemática de fluidos, Descripción del movimiento de un Fluido.	Distinguir los mecanismos, regímenes y niveles de abordaje de un flujo de fluidos. Diferenciar los diferentes tipos de fluidos Definir parámetros cinéticos y aplicarlos.	Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte. Debatir sobre los mecanismos, regímenes de flujo y niveles de descripción fenomenológica de casos concretos.	Clase magistral, Exposición de temas específicos . Presentaciones de problemas reales específicos .	Resultados alcanzados en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos.
2	Viscosidad. Esfuerzo cortante. Ley de Newton de la Viscosidad. Fluidos Newtonianos y No Newtonianos. Viscosidad de gases y de líquidos, Influencia de la presión y la temperatura sobre la viscosidad.	Obtener las constantes difusivas a través de expresiones semiempíricas, de la literatura y experimentalmente. Calcula los parámetros característicos de los modelos reológicos de fluidos newtonianos y no newtonianos	Clasifica los fluidos de acuerdo a su comportamiento reológico. Realiza pruebas experimentales y las compara con el comportamiento real de fluidos comunes.	Clase magistral, Exposición de temas específicos . Presentaciones de problemas reales específicos .	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos.
3	Perfil de velocidad en una película descendente sobre una superficie plana inclinada. Flujo a través de un tubo de sección circular. Flujo adyacente de dos fluidos inmiscibles. Aplicaciones	Formula modelos matemáticos que simulan perfiles de velocidades y de esfuerzos en casos sencillos y específicos.	Elabora perfiles de velocidad y de esfuerzos de corte para sistemas sencillos y específicos.	Clase magistral, Exposición de temas específicos .Presentaciones de problemas específicos reales específicos	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos.
evaluación módulo 1					
Evidencia de conocimientos		Evidencia de producto		Evidencia de desempeño	
Evaluación escrita y oral resolviendo las cuestiones teóricas y aplicaciones		Presentación de Informes y exposición		Domina los temas y/o procedimientos para formular expresiones matemáticas de los casos de la unidad y su solución. Maneja la	

formuladas relativas a la unidad.		de temas seleccionados		información bibliográfica y participa activamente en los debates alusivos a la unidad.	
5	Ecuación de continuidad, ecuación de cantidad de movimiento, ecuación de energía mecánica. Forma adimensional de las ecuaciones de variación. Capa límite.	Conoce los modelos que permiten evaluar la energía de flujo de un sistema y dominar conceptos bases de un análisis de flujo.	Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte. Debatir sobre los regímenes de flujo.	Clase magistral, Exposición de temas específicos. Presentaciones de problemas reales específicos.	Resultados de llas diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos.
6	Ecuaciones de Navier Stokes:Flujo paralelo entre dos placas planas. Flujo axial en un tubo circular. Flujo tangencial entre dos tubos concéntricos. Aplicaciones.	Conoce los modelos teóricos permiten evaluar los parámetros de un sistema de flujo y dominar conceptos bases de un análisis microscópico de flujo.	Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte Debatir sobre la importancia de los modelos de Navier Stokes en flujo de fluidos.	Clase magistral, Exposición de temas específicos. Presentaciones de problemas reales específicos.	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos
7	Ecuaciones de flujo nivel macroscópico. Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli ideal y corregida.	Conoce los modelos macroscópicos que permiten evaluar los parámetros de de un sistema de flujo y dominar sus aplicaciones a casos reales.	Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte Debatir sobre la importancia de los modelos de Bernoulli en flujo de fluidos.	Clase magistral, Exposición de temas específicos. Presentaciones de problemas reales específicos	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos
EVALUACIÓN MÓDULO 2					
Evidencia de conocimientos		Evidencia de producto		Evidencia de desempeño	
Evaluación escrita y oral resolviendo las cuestiones formuladas relativas a la unidad.		Presentación de Informes y exposición de temas seleccionados		Domina los temas y/o procedimientos para formular expresiones matemáticas de los casos de la unidad y su solución. Maneja la información bibliográfica y participa activamente en los debates alusivos a la	

		unidad.			
9	Ley de Fourier de la conducción del calor. Conductividad calorífica. Estimación de la conductividad calorífica. Influencia de la presión y temperatura sobre la conductividad.	Obtener las constantes difusivas a través de expresiones semiempíricas, de la literatura y experimentalmente. Evalúa la influencia de presión y temperatura sobre la conductividad.	Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte de calor.	Clase magistral, Exposición de temas específicos. Presentaciones de problemas reales específicos	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos
10	Análisis de distribuciones de temperatura en sólidos y en flujo laminar: Casos sencillos Balance de energía aplicado a una envoltura: condiciones límite. Conducción de calor en un cilindro hueco, en cilindro sólido y con manantial calorífico de origen eléctrico. Casos sencillos e importantes de conducción de calor. Convección forzada. Convección libre. Coeficientes interfaciales. Coeficiente global de transferencia de calor.	Formula y soluciona balances de calor en casos sencillos e importantes por su aplicación.	Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte de calor. Debatir sobre la importancia de los modelos de distribución de temperatura en sistemas sencillos e importantes.	Clase magistral, Exposición de temas específicos. Presentaciones de problemas reales específicos	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos
11	Ecuaciones de variación para sistemas no isotermicos Ecuaciones de energía. Ecuaciones de movimiento para convección forzada y convección libre en un fluido no isotérmico. Análisis dimensional. Capa límite. Aplicaciones	Formula y soluciona balances de calor en casos no isotérmicos sencillos e importantes por su aplicación.	Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte de calor. Debatir sobre la importancia de los modelos de variación para sistemas no isotérmicos.	Clase magistral, Exposición de temas específicos. Presentaciones de problemas reales específicos	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos
EVALUACIÓN MÓDULO 3					
Evidencia de conocimientos		Evidencia de producto	Evidencia de desempeño		
Evaluación escrita y oral resolviendo las cuestiones teóricas y aplicaciones		Presentación de Informes y exposición de	Domina los temas y/o procedimientos para formular expresiones matemáticas de los casos de la unidad y su solución. Maneja la información bibliográfica y participa		

formuladas relativas a la unidad.		temas selectos.	activamente en los debates alusivos a la unidad.		
13	<p>Difusividad y mecanismo de transporte de materia Definiciones: concentración, velocidad y densidad de flujo de materia. Densidades de flujo en sistemas de varios componentes. Ley de Fick de la Difusión. Aplicaciones.</p>	Formula y soluciona balances de masa a nivel microcòpicos y su aplicación a casos sencillos e importantes.	Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte de masa. Debatir sobre la importancia de los microscòpicos de transferencia de masa.	Clase magistral, Exposición de temas específicos. Presentaciones de problemas reales específicos	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos
14	<p>Análisis de distribuciones de concentración: Casos sencillos Difusión a través de una película estancada. Difusión con reacción química heterogénea y con reacción química homogénea. Difusión y reacción química en el interior de un catalizador poroso.</p>	Comprende la distribución de concentraciones en sistemas sencillos e importantes.	Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte de masa. Debatir sobre la importancia de conocer la distribución de concentraciones en los fenómenos de transferencia de masa.	Clase magistral, Exposición de temas específicos. Presentaciones de problemas reales específicos	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos
15	Ecuación de continuidad para mezclas binarias y multicomponentes en función de las densidades de flujo Capa límite de concentración. Aplicaciones	Aplica los modelos de transferencia de masa para sistemas binarios y multicomponentes	<ul style="list-style-type: none"> • Promover el interés de los estudiantes en los fenómenos de transporte de masa. • Debatir sobre la aplicación de la ecuación de continuidad para sistemas binarios y multicomponentes. 	Clase magistral, Exposición de temas específicos. Presentaciones de problemas reales específicos	Resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, participación activa en las clases. Exámenes cortos, asignaciones. Exposiciones de temas específicos
EVALUACIÓN MÓDULO 4					
Evidencia de conocimientos		Evidencia de producto	Evidencia de desempeño		
Evaluación escrita y oral resolviendo las cuestiones teóricas y aplicaciones formuladas relativas a la unidad.		Presentación de Informes y exposición de temas seleccionados	Domina los temas y/o procedimientos para formular expresiones matemáticas de los casos de la unidad y su solución. Maneja la información bibliográfica y participa activamente en los debates alusivos a la unidad.		

IX. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La evaluación de los alumnos es integral y permanente.

- a. **Criterios:** se evalúan los objetivos alcanzados en el desarrollo del curso.
- b. **Procedimientos:** evaluación escrita, expositiva y/o demostrativa.
- c. **Instrumentos:** Pruebas de comprobación, trabajos de aplicación de ejecución, individual y/o grupal.
- d. **De la calificación:** Se realiza en base al Reglamento Académico. La Nota Final es Aprobatoria si es igual o mayor a **ONCE (11)**. El redondeo por medio punto o fracción superior, sólo se toma en cuenta para obtener la Nota Final del Curso. **La Acumulación del 30 % inasistencias** a clases desaprueba al alumno **con la Nota Final de CERO**.

El **Promedio Final PF** del curso, según **Reglamento Académico**, se obtiene:

$$PF = (PP1 + PP2) / 2$$

PP1, PP2: Promedios de evaluaciones Parciales (Examen parcial, trabajos y Examen oral). El **Examen Sustitutorio** es sólo para los estudiantes que tengan un promedio no menor de 07 (Siete), reemplaza a **P1 ó P2**. **El Promedio Final** para dichos alumnos no excederá la Nota **Doce**.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Libro básico:

[1] Bird, R.B.; Stewart, W.E.; Lightfoot, E.N.; (1982). "Fenómenos de Transporte", Editorial Reverté, Barcelona.

Libros complementarios:

[2] Welty, W.E.; Wicks, C.E.; Wilson; (1992) Fundamentos de la Transferencia de Momentum, Calor y Masa"; Ed. Limusa, 4ª edición, México.

[3] Fox, R.E., Mc Donald; (1999). "Introducción a la Mecánica de Fluidos", McGraw Hills; México D.F.

[4] Reid, R.C. Prausnitz, J.M.; (1998). Poling, B.E. "The Properties Of Gases and Liquids", McGraw Hills, N.Y.

[5] Costa, E.; Calleja, G.; Ovejero, G.; De Lucas, A.; Aguado, J. y Uguina, M.A. (1984). Ingeniería Química 2. Fenómenos de Transporte. Alhambra, Madrid .

[6] Schlichting, H.; (1972). "Boundary-Layer Theory", Edit Urmo, Bilbao.

[7] Levenspiel, O., (1996). "Flujo de fluidos e intercambio de Calor", Editorial Reverté, Barcelona.

[8] Geankoplis C.J. (1999). "Procesos de transporte y Operaciones unitarias" Compañía Editorial Continental, S.A. De C.V. México.

[9] Cussler E., (1977), "Diffusión. Mass Transfer in Fluid Systems", Cambridge University Press, Nueva York.

[10] Danckwerts, P.V.; (1970). "Gas Liquid Reactions", McGraw Hills, NY.

Huacho, setiembre 2018.

Prof. Carlos M. Chuquilin Terán