

Fenómenos de Transporte

Datos administrativos de la asignatura

Departamento:	Ingeniería Química		
Asignatura:	Fenómenos de Transporte		
Carrera:	Ingeniería Química (Ord. N° 1875)		
Nivel de la carrera	Tercer Año	Duración	Anual
Bloque curricular:	Tecnologías Aplicadas		
Cantidad de comisiones:	1 (una)		
Carga horaria presencial semanal:	3,75 h reloj	Carga Horaria total:	120 h reloj
Carga horaria no presencial semanal	-	% horas no presenciales	-

Contenidos mínimos de acuerdo con el Diseño Curricular.

- Fluidos. Transporte de cantidad de movimiento, energía y materia.
- Balances microscópicos. Ecuaciones de variación o cambio.
- Transporte en el límite de una fase.
- Coeficientes de transporte.
- Correlaciones.
- Análisis dimensional.

Programa analítico. Unidades temáticas

UNIDAD TEMÁTICA 1: CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PROPIEDADES.

Sistemas de unidades. Definición de fluido. Propiedades de los fluidos: presión, temperatura, densidad, peso específico, viscosidad dinámica y cinemática, calor específico, energía interna, entalpía, módulo de elasticidad volumétrica y compresibilidad, presión de vapor, tensión superficial. Similitud, semejanza geométrica, cinemática y dinámica. Números adimensionales; Euler, Froude, Reynolds, Weber. Teorema de Buckingham.

UNIDAD TEMÁTICA 2: FLUIDOS NEWTONIANOS Y NO NEWTONIANOS

Ley de Newton de la viscosidad. Influencia de la presión y la temperatura en la viscosidad. Teoría de la viscosidad de los gases a baja densidad. Ecuación de Hirschfelder. Viscosidad de líquidos. Fluidos no-newtonianos; modelos. Fluidos dependientes e independientes del tiempo, fluidos viscoelásticos. Tipos de flujo; permanente y transitorio, uniforme, laminar y turbulento,



Ing. Mario Daniel FLORES
Director Dto. Ing. Química

potencial y en capa límite, compresible e incompresible, subsónico y supersónico, flujo externo e interno.

UNIDAD TEMÁTICA 3: ANÁLISIS ENVOLVENTES EN ESTADO ESTACIONARIO

Análisis de sistemas de flujo aplicando una envolvente para el balance de materia y de cantidad de movimiento. Aplicaciones en coordenadas rectangulares y cilíndricas. Ecuación de Hagen-Poiseuille. Flujo reptante alrededor de objetos sumergidos.

UNIDAD TEMÁTICA 4: ECUACIONES DIFERENCIALES PARA FLUJO DE FLUIDOS ISOTÉRMICOS.

Resumen de notación vectorial y tensorial. Concepto de derivada parcial, total y sustancial, divergencia (significado físico). Balance de continuidad (Ecuación de conservación de la materia). Balance microscópico de cantidad de movimiento. Aplicaciones de los balances de materia y cantidad de movimiento a sistemas de flujo en estado estacionario. Ecuación de energía mecánica. Adimensionalización de las ecuaciones de cambio.

UNIDAD TEMÁTICA 5: RESISTENCIA FLUIDA Y CAPA LÍMITE.

Efecto de la viscosidad. Resistencia fluida. Experiencia de Reynolds. Paradoja de D'Alembert. Concepto de capa límite, resistencia de superficie. Capa límite laminar y turbulenta. Desarrollo de la capa límite en una placa plana y un conducto cilíndrico. Longitud de entrada, relación con el Reynolds. Desprendimiento de capa límite, resistencia de forma. Perfiles romos y aerodinámicos.

UNIDAD TEMÁTICA 6: FLUJO TURBULENTO.

Turbulencia, características. Magnitudes de tiempo ajustado. Ajuste de tiempo para las ecuaciones de variación. Esfuerzos cortantes turbulentos y viscosidad de remolino. Ecuaciones empíricas del perfil de velocidad.

Tiempo estimado de actividades teórico-prácticas: 3,75 h reloj

UNIDAD TEMÁTICA 7: TRANSPORTE DE INTERFACE. BALANCES MICROSCÓPICOS ISOTÉRMICOS.

Definición de factor de fricción. Relación entre el factor de fricción y el Reynolds. Métodos de estimación. Factor de fricción en tubos y esferas. Ley de Stokes. Aplicaciones a partículas no esféricas. Balance microscópico de materia. Balance macroscópico de cantidad de movimiento. Ejemplo de aplicación al cálculo de fuerzas en las paredes. Balance macroscópico de energía mecánica. Expresión de los balances en estado estacionario. Estimación de las




Ing. Mario Daniel FLORES
Director Dto. Ing. Química

pérdidas por fricción. Introducción al cálculo de cañerías y accesorios.

UNIDAD TEMÁTICA 8: MECANISMO DEL TRANSPORTE DE ENERGÍA. BALANCE DE ENVOLTURAS.

Conceptos de conducción, convección y radiación. Conducción del calor; ley de Fourier. Conductividad calorífica, concepto físico, difusividad térmica. Influencia de la presión y la temperatura. Conductividad de gases, líquidos y sólidos; métodos de determinación. Balances de energía calorífica en envolturas simples. Conducción con y sin generación interna. Flujo calorífico, concepto. Conducción en paredes compuestas. Distribuciones de temperatura en sólidos. Conducción en sólidos en estado no-estacionario, aplicaciones a geometrías sencillas (unidimensional). Concepto de coeficiente global de transferencia del calor.

UNIDAD TEMÁTICA 9: ECUACIONES DIFERENCIALES PARA LA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA TÉRMICA.

Condiciones límites. Ecuaciones de la energía en coordenadas rectangulares y cilíndricas. Distribuciones de temperatura. Formas especiales y simplificadas de las ecuaciones. La ecuación del movimiento para la convección forzada y para la convección libre en flujo no-isotérmico. Análisis dimensional de las ecuaciones de variación. Capa límite térmica, concepto, relaciones con la capa límite hidrodinámica. Analogías de Reynolds. Distribuciones de temperatura en flujo laminar y turbulento. Magnitudes de tiempo ajustado. Aplicaciones del análisis adimensional y las analogías en la resolución de problemas. Uso del teorema en sistemas de transferencia de calor.

UNIDAD TEMÁTICA 10: TRANSPORTE DE INTERFACE. BALANCES MACROSCÓPICOS NO ISOTÉRMICOS

Diferencia media de temperatura aritmética y logarítmica. Coeficientes de transmisión del calor, concepto. Convección libre y forzada; característica. Convección forzada; determinación del coeficiente de transmisión de calor para flujo interno (tubos) y alrededor de objetos sumergidos. Analogías entre la transferencia de energía y momento. Concepto de convección libre; determinación del coeficiente de transmisión del calor. Condensación de vapores puros sobre placas verticales. Correlación de Nusselt. Balance macroscópico de energía y de energía mecánica (no-isotérmico).

UNIDAD TEMÁTICA 11: FLUJO DE FLUIDOS COMPRESIBLES.

Velocidad del sonido. Número de Mach y regímenes de flujo compresibles. Flujo isentrópico en conducciones de área variable. Choque normal, flujo con fricción en conducciones de sección



3


Ing. Mario Daniel FLORES
Director Dto. Ing. Química

constante.

UNIDAD TEMÁTICA 12: RADIACIÓN TÉRMICA.

Transporte de energía por radiación. Ley de Kirchhoff. Poder emisor de los cuerpos. Cuerpo negro. Emisividad. Cuerpo gris. Energía irradiada por un cuerpo negro. Ley de desplazamiento de Wien. Ley de Stefan-Boltzmann. Radiación entre superficies. Factores de visión. Radiación entre cuerpos no-negros que están a distinta temperatura. Factores globales de intercambio. Pantallas de radiación.

UNIDAD TEMÁTICA 13: DIFUSIVIDAD Y MECANISMOS. BALANCES ENVOLVENTES DE MATERIA.

Concentración, velocidad y densidad de flujo de materia. Ley de Fick de la difusión. Difusividad. Influencia de la presión, temperatura y composición. Difusividad de gases y líquidos. Difusividad equimolar y no equimolar. Número de Schmidt. Balances de materia aplicados a una envoltura. Difusión en una película gaseosa estancada. Determinación de la difusividad binaria.

UNIDAD TEMÁTICA 14: ECUACIONES DIFERENCIALES DE LA TRANSFERENCIA DE MASA.

La ecuación de continuidad en una mezcla binaria. La ecuación de continuidad de A en diversos sistemas coordenados. Las ecuaciones de variación para sistemas de varios componentes. Condiciones límite. Formas especiales y simplificadas. Adimensionalización de las ecuaciones de variación.

UNIDAD TEMÁTICA 15: DISTRIBUCIONES DE CONCENTRACIONES DE FLUJO TURBULENTO.

Magnitudes de tiempo ajustado. Ajuste de tiempo de la ecuación de continuidad de A. Densidad de flujo turbulento de materia.

UNIDAD TEMÁTICA 16: TRANSPORTE DE INTERFACE. BALANCES MACROSCÓPICOS MULTICOMPONENTES.

Equilibrio. Coeficientes individuales y totales de transferencia de masa. Correlaciones de transferencia convectiva de masa. Balances macroscópicos de materia, cantidad de movimiento, energía y energía mecánica en sistemas de varios componentes. Analogías entre la transferencia de masa, energía y cantidad de movimiento. Balance en torre de pared mojada. Número de unidades de transferencia.



Ing. Mario Daniel FLORES
Director de la Unidad

TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

- Trabajo Práctico de Laboratorio N° 1 Reología.
- Trabajo Práctico de Laboratorio N° 2 Predicción de la Forma de la Superficie Libre de un Líquido Contenido en un Recipiente en Rotación.
- Trabajo Práctico de Laboratorio N° 3 Visualización de Líneas de Flujo Mediante el Uso de Trazadores.
- Trabajo Práctico de Laboratorio N° 4 Determinación del Factor de Fricción en Conductos.
- Trabajo Práctico de Laboratorio N° 5 Cálculo de Pérdidas de Energía por Fricción en Tuberías y Accesorios.
- Trabajo Práctico de Laboratorio N° 6 Cálculos de Tiempo de Descarga.
- Trabajo Práctico de Laboratorio N° 7 Calentamiento de un Fluido en un Tanque Agitado.

Referencias bibliográficas

Recomendada

Bird, R. B. et al. (2012). *Fenómenos de Transporte*. Reverté.

Welty, J. R. et al. (2011). *Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y Masa*. Limusa.

Bergman, T. H. et al. (2017). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. Wiley.

Geankoplis, C. J. (2011). *Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación*. Grupo Editorial Patria.

Complementaria

Janna, W. S. (2015). *Introduction to Fluid Mechanics*. CRC Press.

Potter, D. R., Geiger, G. H. (2016). *Transport Phenomena in Materials Processing*. Springer.



Ing. Mario Daniel FLORES
Director Pro. Ing. Química