



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL ROSARIO

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA

PROGRAMA ANALITICO DE LA ASIGNATURA: **Fenómenos de Transporte**

APROBADO RESOLUCIÓN Nro. 329/98 CO. ACAD. F.R.R.

PLAN DE ESTUDIOS ORDENANZA N°: 768

HORAS SEMANALES: 10 Hs.

DICTADO CUATRIMESTRAL

AREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias de la Especialidad

PROFESOR: **Ing. Jorge E. ROBIN**

DIRECTOR DE DEPARTAMENTO: **Ing. Edgardo N. MARTIN**

OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA: Enunciar, presentar y desarrollar los principios básicos comunes que rigen el transporte de cantidad de movimiento, energía calorífica y materia. Establecer los criterios para su aplicación en Ing. Química, tanto en el diseño como en la práctica profesional.

FUNCION DE LA ASIGNATURA EN EL PLAN DE ESTUDIOS: En los niveles iniciales se estudian los principios y leyes fundamentales que rigen las condiciones de equilibrio de sistemas materiales (Química General, Termodinámica, etc.) y sus relaciones a través de las asignaturas integradoras. Los Fenómenos de Transporte introducen al estudiante de grado en la descripción de la velocidad de modificación de entidades regidas por leyes de comportamiento semejante o análogo (Cantidad de movimiento, energía calorífica y materia).

Esta formación sirve de soporte para las asignaturas orientadas al diseño de equipos aplicados en la Ingeniería Química (Operaciones Unitarias, Cinética, Diseño de Equipos), como así también permite aplicar los criterios de análisis utilizados al estudio de otras diversas situaciones que presentan analogías de comportamiento (Control, Simulación de Procesos, Optimización).

PROGRAMA ANALITICO

Tema 1: INTRODUCCION: Conceptos de equilibrio y evolución. Fuerza impulsora y resistencia. Regímenes estacionario y transitorio. Fundamentos del transporte de cantidad de movimiento, energía calorífica y materia. Introducción a la teoría molecular del transporte.

FLUIDOS: Cuerpos rígidos y elásticos. Ley de Newton de la viscosidad. Fluidos newtonianos. Fluidos no-newtonianos, modelos. Teoría de la viscosidad de gases y líquidos; influencia de la presión, temperatura y composición. Viscosidad cinemática.

TRANSPORTE DE ENERGÍA CALORIFICA: Mecanismos. Fundamentos de la conducción, convección y radiación. CONDUCCION. Conductividad calorífica y difusividad térmica. Número de Prandtl. Ley de Fourier de la conducción de calor. Densidad de flujo de calor, notación. Conductividad calorífica en gases, líquidos y sólidos; influencia de temperatura, presión y composición.

DIFUSIVIDAD: fundamentos del transporte de materia por difusión, casos. Ley de Fick. Densidad de flujo de materia, notación. Difusividad, influencia de la presión, temperatura y composición. Difusividad en gases, líquidos y sólidos. Número de Schmidt.

Tema 2: ANALISIS ENVOLVENTE EN ESTADO ESTACIONARIO. Balance de materia y cantidad de movimiento en envolturas. Aplicaciones en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas. Condiciones límites. Densidad de flujo de cantidad de movimiento, notación. Número de Reynolds. Ecuación de Hagen-Poiseuille. Flujo reptante alrededor de objetos sumergidos. Ecuación de Stokes.

ECUACIONES DIFERENCIALES PARA FLUJOS ISOTERMICOS. Conceptos de derivada parcial, total y sustancial. Notación vectorial y tensorial. Ecuación de Continuidad. Ecuación del Movimiento. Aplicaciones a sistemas de flujo en estado estacionario. Ecuación de la Energía Mecánica. Análisis dimensional de las Ecuaciones de Variación.

Tema 3: CAPA LIMITE HIDRODINAMICA. Viscosidad y resistencia fluida. Concepto de capa límite, efectos de las superficies. Desarrollo de una capa límite. Longitud de entrada. Separación de capa límite. Resistencia de fricción y de forma.

TURBULENCIA. Flujo turbulento, características. Magnitudes de tiempo ajustado. Ajuste de tiempo en las Ecuaciones de Variación. Esfuerzos cortantes turbulentos. Viscosidad de remolino. Ecuaciones empíricas de velocidad.

Tema 4: TRANSPORTE EN INTERFASE. Definición del factor de fricción, relación con el Número de Reynolds. Métodos de estimación. Factor de fricción en conductos y alrededor de objetos sumergidos. Métodos y ecuaciones utilizadas. Aplicaciones.

BALANCES MACROSCOPICOS ISOTERMICOS. Balance de Materia. Balance de Cantidad de Movimiento. Balance de Energía Mecánica. Expresiones para estado estacionario. Estimación de pérdidas por fricción en tuberías y accesorios. Usos y aplicaciones.

Tema 5: ANALISIS ENVOLVENTE PARA ENERGIA CALORIFICA. Balances en envolturas. Condiciones límites. Conducción con y sin generación interna.

Envolturas simples y compuestas. Distribuciones de temperaturas en envolturas. Coeficientes de transmisión de calor en interfases.

ECUACIONES DIFERENCIALES PARA LA TRANSMISION DEL CALOR. Ecuación de la Energía, sistemas de coordenadas. Distribuciones de temperatura. Forma especiales y simplificadas de las ecuaciones. Convección forzada y libre. Análisis dimensional de las ecuaciones de variación. Conducción de calor no estacionaria en sólidos.

CAPA LIMITE TERMICA. Concepto, relaciones con la capa límite hidrodinámica.

TURBULENCIA. Distribuciones de temperatura para flujo laminar y turbulento. Magnitudes de tiempo ajustado. Aplicaciones.

Tema 6: TRANSPORTE EN INTERFASE. Coeficientes de transmisión del calor, definiciones. Coeficiente globales. Diferencia media de temperatura, tipos. Convección forzada y libre. Determinación de los coeficientes de transmisión de calor para fluidos por el interior de conductos y alrededor de objetos sumergidos. Analogías entre la transferencia de cantidad de movimiento y calor. Analogía de Reynolds. Correlaciones utilizadas. Condensación. Evaporación.

BALANCES MACROSCOPICOS NO-ISOTERMICOS. Balance de energía. Casos particulares, su importancia. Aplicaciones. Introducción al cálculo de superficies de intercambio de calor.

Tema 7: RADIACION TERMICA. Conceptos. Poder emisor de los cuerpos. Concepto de cuerpo negro. Emisividad. Cuerpo gris. Ley de Stefan-Boltzmann. Radiación entre superficies. Factores de visión. Factores de intercambio. Pantallas de radiación.. Emisividad de gases.

Tema 8: ANALISIS ENVOLVENTE PARA DIFUSION. Balances en envolturas para mezclas binarias. Difusión en película gaseosa estancada. Difusión equimolar. Aplicaciones.

ECUACIONES DIFERENCIALES PARA LA TRANSFERENCIA DE MATERIA. Ecuación de continuidad en mezclas binarias, sistemas coordenados. Ecuación de variación para sistemas binarios y de varios componentes. Condiciones límites. Formas especiales y simplificadas. Análisis dimensional de las ecuaciones. Ajuste de tiempo para la ecuación de continuidad en flujo turbulento. Densidad de flujo de materia turbulento.

Tema 9: TRANSPORTE EN INTERFASE. Equilibrio entre fases. Coeficientes de transferencia de materia, individuales y globales. Correlaciones.

BALANCES MACROSCOPICOS. Los Balances de Materia, Cantidad de Movimiento, Energía y Energía Mecánica para sistemas multicomponentes. Analogías entre transporte de cantidad de movimiento, energía calorífica y materia. Balances en columna de pared mojada y con relleno. Número de Unidades de Transferencias. Aplicaciones.

TRABAJOS PRACTICOS:

- 1) Viscosidad de líquidos.
- 2) Experiencia de Reynolds.

- 3) Pérdida de carga en sistema de tuberías.
- 4) Tiempo de vertido de líquidos.
- 5) Conductividad térmica en sólidos.
- 6) Determinación del coeficiente global en un intercambiador de calor.
- 7) Difusión en película estancada.

BIBLIOGRAFIA:

I.- ESPECIFICA:

- BIRD R. B., STEWART W. E. y LIGHTFOOT R. N.: "Fenómenos de Transporte".
- BENNET C.O. y MYERS J.E.: "Transferencia de Cantidad de Movimiento, Calor y Materia".
- WELTY J.R., WILSON R.E. y WICKS C.E.: "Fundamentos de la Transferencia de Momento, Calor y Masa".

II.- CONSULTA

- PERRY J. y Otros: "Manual del Ingeniero Químico".
- REID R.C. y SHERWOOD T.K.: "Propiedades de Gases y Líquidos".
- SHERWOOD T.K., PIGFORD R.L. y WILKE C.R.: "Transferencia de Masa".
- HIMMELBLAU D.M. y BISCHOFF K.B.: "Análisis y Simulación de Procesos".
- MASE G.E.: "Mecánica del Medio Continuo".
- WONG H.Y.: "Transferencia de Calor para Ingenieros".
- McCABE W. y SMITH J.: "Operaciones Básicas de Ingeniería Química".
- BROWN G.G. y otros: "Operaciones Básicas de Ingeniería Química".
- FOUST A.S. y otros: "Operaciones Básicas de Ingeniería Química".
- HOLLAND F.A.: "Flujo de Fluidos para Ingeniería Química".
- RUSSELL T. y DENN M.: "Introducción al Análisis en Ingeniería Química".