

PROGRAMA DE FENOMENOS DE TRANSPORTE

Transferencia de Cantidad de Movimiento

Clase 1

- Introducción
- Transferencia de cantidad de movimiento
- Diseño por balances microscópicos. Conceptos y definiciones
- Definición de fluido
- Hipótesis del continuo
- Fluido y flujo incompresibles
- Esfuerzos normales y cortantes
- Presión en un fluido en reposo o en movimiento uniforme
- Esfuerzos en un fluido sometido a deformación

Clase 2

- Ley de Newton de la viscosidad. Fluidos newtonianos y no-newtonianos
- Teoría de la viscosidad en gases a baja presión

Clase 3

- Derivada sustancial
- Ecuación de continuidad en un fluido puro e isotérmico
- Balance microscópico de cantidad de movimiento

Clase 4

- Ecuación de Navier-Stokes
- Condiciones de contorno
- Soluciones de los balances microscópicos de materia y cantidad de movimiento
- Soluciones analíticas completas. Ecuación de Hagen-Poiseuille

Clase 5

- Soluciones aproximadas
- Flujo invíscido
- Distribución de presión alrededor de un cilindro sumergido en un flujo invíscido
- Flujo reptante
- Fuerza de arrastre en una esfera sumergida con flujo reptante

Clase 6

- Teoría de la capa límite
- Separación de la capa límite
- Turbulencia
- Longitud de entrada en conductos

Clase 7

- Diseño por similitud
- Similitud
- Similitud geométrica
- Similitud temporal
- Similitud de comportamiento

- Requisitos para lograr similitud de comportamiento
- Criterios de similitud
- Irrelevancia de los grupos adimensionales
- Ecuaciones de escalado
- Incompatibilidad al cambio de escala

Clase 8

- Diseño por balances macroscópicos
- Balance macroscópico de materia
- Balance macroscópico de cantidad de movimiento
- Factores de fricción
- Factores de fricción en conductos
- Usos del factor de fricción

Clase 9

- Factores de fricción alrededor de objetos sumergidos
- Arrastre sobre una esfera sumergida
- Arrastre sobre partículas no-esféricas sumergidas
- Factores de fricción en lechos rellenos

Clase 10

- Balance macroscópico de energía mecánica
- Coeficientes de fricción
- Coeficientes de fricción en conductos rectos
- Coeficientes de fricción en accesorios de tuberías
- Longitud equivalente de cañería

Transferencia de Energía

Clase 11

- Introducción
- Mecanismos de transferencia de calórica
- Conducción
- Radiación
- Balance microscópico de energía interna

Clase 12

- Transferencia de energía por conducción
- Condiciones de contorno e iniciales
- Conducción estacionaria:
 - Láminas planas de caras paralelas
 - Láminas en serie
 - Conducción radial en una pared cilíndrica
 - Paredes cilíndricas en serie

Clase 13

- Conducción no estacionaria:
 - Medio semi-infinito
 - Sistemas finitos sin efecto de extremo: Placa Plana y otras geometrías.

Clase 14

- Transferencia de energía por convección
- Sistemática del planteo de las ecuaciones gobernantes
- Convección forzada en un conducto con temperatura de pared constante y flujo laminar
- Temperatura de mezclado adiabático
- Convección forzada bidimensional con temperatura de pared constante. Modelo de capa límite.

Clase 15

- Transferencia de energía por convección natural
- Diseño por similitud
- Similitud térmica
- Requisitos para lograr similitud térmica
- Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes para convección forzada
- Adimensionalización de las ecuaciones gobernantes para convección natural
- Criterios de similitud
- Irrelevancia de los grupos adimensionales
- Ecuaciones de escala

Clase 16

- Diseño por balances macroscópicos
- Balance macroscópico de energía
- Balance macroscópico diferencial de energía
- Usos del balance macroscópico de energía
- Definiciones de coeficientes de transferencia calórica para flujo en conductos

Clase 17

- Coeficiente global de transferencia calórica
- Dependencia funcional del coeficiente de transferencia calórica en conductos
- Correlación del coeficiente individual de transferencia de energía para flujo en conductos. Correlación de Sieder-Tate

Clase 18

- Coeficiente de transferencia calórica para convección forzada alrededor de objetos sumergidos
- Coeficientes de transferencia calórica en cilindros sumergidos
- Coeficientes de transferencia calórica en esferas sumergidas
- Coeficiente de transferencia calórica para convección natural alrededor de objetos sumergidos
- Coeficientes de transferencia calórica en esferas sumergidas
- Coeficientes de transferencia calórica en cilindros horizontales
- Transferencia de energía por radiación
- Absorción, reflexión y transparencia
- Energía radiante y poder emisivo
- Transferencia neta de energía radiante entre cuerpos negros
- Superficies re-radiantes

Transferencia de Materia

Clase 19

- Definiciones.
- Ley de Fick
- Coeficientes de difusión en gases
- Coeficientes de difusión en líquidos

Clase 20

- Balance microscópico de materia
- Difusión a través de una película gaseosa estancada.

Clase 21

- Difusión con reacción química infinitamente rápida.
- Transferencia simultánea de materia y cantidad de movimiento.

Clase 22

- Difusión en estado no estacionario.
- Teoría de la capa límite
- Adimensionalización y ecuaciones de cambio.

Clase 23

- Balance macroscópico.
- Tanque agitado
- Coeficientes binarios en una fase.

Clase 24

- Analogía de Chilton-Colburn
- Psicrómetro de bulbo húmedo.

Clase 25

- Coeficientes binarios en dos fases.

Complementariamente con las clases de teórico-seminarios, se realizarán los trabajos de laboratorio que comprenden los temas que se describen a continuación, indicándose en cada caso que clase de teórico-seminario es necesario haber desarrollado previamente:

Trabajo Práctico N° 1: reología.

Trabajo Práctico N° 2: comprobación teórica y experimental de la forma que adquiere la superficie libre de un líquido que gira a una determinada velocidad angular.

Trabajo Práctico N° 3: mesa de Hele-Shaw.

Para la ejecución de estos trabajos prácticos es necesario haber desarrollado la clase 6.

Trabajo Práctico N° 4: factor de fricción en conductos y accesorios.

Para la ejecución de este trabajo práctico es necesario haber desarrollado la clase 10.

Trabajo Práctico N° 5: conducción térmica en estado no estacionario.

Para la ejecución de este trabajo práctico es necesario haber desarrollado la clase 13.

Trabajo Práctico N° 6: balance macroscópico de energía- enfriamiento de un fluido en un tanque agitado.

Para la ejecución de este trabajo práctico es necesario haber desarrollado la clase 16.

Trabajo Práctico N° 7: Intercambiador de calor de camisa y tubo.

Para la ejecución de este trabajo práctico es necesario haber desarrollado la clase 18.

Trabajo Práctico N° 8: Balance macroscópico parcial de materia- tanque agitado.

Para la ejecución de este trabajo práctico es necesario haber desarrollado la clase 23.

BIBLIOGRAFÍA

1. "Fenómenos de Transporte". R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot.
2. "Momentum, Heat and Mass Transfer". C.O. Bennett, H.E. Myers.
3. "Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias". C.J. Geankoplis.
4. "Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y Masa". J.R. Welty, Ch. E. Wicks y R.E. Wilson.
5. Material de la cátedra:
 - "Fenómenos de Transporte: Transferencia de Cantidad de Movimiento".
 - "Fenómenos de Transporte: Transferencia de Energía".
 - "Fenómenos de Transporte: Transferencia de Materia".

En ellos se describen de manera introductoria los fenómenos de transferencia de cantidad de movimiento, energía y materia abordados desde las metodologías de los diseños por balances microscópicos, similitud y balances macroscópicos. Se encuentran disponibles como archivos.pdf en la página electrónica de la cátedra, cuya dirección es: <http://catedras.quimica.unlp.edu.ar/ftransporte/>.

Profesor a cargo: Prof. Adj. Dra. M. Bárbara Lombardi
lombardib@cetmic.unlp.edu.ar