

OPERACIONES UNITARIAS I

1980

I. Transferencia de cantidad de movimiento

1. Introducción al estudio del movimiento de los fluidos. Postulado del continuo. Caracterización de flujos.
2. Viscosidad. Definición. Unidades. Medición de viscosidades. Influencia de la presión y temperatura. Predicción de viscosidades en gases. Teoría cinética. Ecuación de Chapman-Enskog. Propiedades generalizadas. Gráficos.
Fluidos no Newtonianos.
3. Cinemática. Visualización de flujos. Líneas de corriente. Definición de derivada material.
4. Ecuaciones de variación para sistemas isotérmicos. Ecuación de continuidad. Ecuación de conservación de cantidad de movimiento. Navier-Stokes. Simplificaciones. Ecuación de Euler.
5. Aplicaciones de las ecuaciones de variación a la resolución de problemas. Flujo laminar en caños. Hagen-Poiseuille. Flujo laminar en un anillo. Flujo Couette. Flujo reptante. Ley de Stokes.
6. Flujo de fluido ideales. Obtención de la ecuación de Bernoulli. Aplicaciones al cálculo de pérdida de carga en contracciones y expansiones. Cálculo del tiempo de descarga de un tanque.
7. Flujo alrededor de cuerpos sumergidos. Flujo alrededor de una esfera, flujo en placa plana. Arrastre de superficie y de forma. Aplicación de Navier-Stokes a flujo en placa plana. Teoría de capa límite. Método integral de von-Karman.
8. Análisis dimensional. Adimensionalización de las ecuaciones de cambio. Modelos y teoría de la semejanza.
9. Turbulencia. Definición de intensidad de turbulencia y escala de turbulencia. Ajuste en el tiempo de las ecuaciones de cambio. Esfuerzos de corte turbulento y de Reynolds. Variación de estos en un caño. Perfil de velocidades en régimen turbulento.
10. Factor de Fricción. Definición. Cálculo de f . Influencia de la rugosidad. Diagrama de Moody. Cálculo de factor de fricción en placa plana en régimen laminar.
11. Balance macroscópico de materia. Aplicaciones.
Balance macroscópico de energía mecánica en sistemas isotérmicos. Ecuación de Bernoulli modificada.
12. Aplicación de los balances macroscópicos de energía mecánica al cálculo de cañerías. Cálculo de pérdida de carga en accesorios. Efectos de entrada. Bombeo de líquidos. Gavitación y altura neta de sección. Válvulas. Distintos tipos. Accesorios. Diámetro óptimo de cañerías.
13. Bombas. Distintos tipos. Bombeo de líquidos. Bombeo de gases. Compresores y bombas de vacío. Ventiladores. Ejectores. Bombas de difusión.
Instrumentos de medición de presión, caudal.
14. Lechos rellenos. Ley de Darcy. Permeabilidad. Porosidad. Área específica. Velocidad superficial e intersticial. Pérdida de carga en lechos rellenos. Ecuación de Blake-Kozeny y Carman-Kozeny.
Pérdida de carga en régimen turbulento. Burke-Plumer.
Lechos fluidizados. Cálculo de la velocidad de mínima fluidización.
Tipos de fluidización. Agregativa y particularizada.

II. Transferencia de calor

1. Mecanismos. Conducción. Convección y Radiación.
2. Transferencia de calor por conducción. Ecuación de Fourier. Aplicación a pared plana simple y compuesta. Pared cilíndrica simple y compuesta. Espesor económico de aislación. Radio crítico de aislación.
3. Balance de energía térmica aplicado a una envoltura. Aplicación al caso de una superficie extendida.
4. Ecuación de variación de energía térmica. Simplificaciones. Adimensionalización de la ecuación de energía térmica. Grupos adimensionales de calor. Significado de los mismos. Aplicaciones.
5. Conducción en sólidos en régimen variable. Análisis de condiciones de

contorno. Caso de resistencia en sólidos despreciables.

Aplicación a sólidos siminfinitos. Aplicación a placa plana semiinfinita. Métodos de integración de la ecuación para conducción en régimen variable. Separación de variables. Transformación por similitud.

Resolución gráfica. Gráficos de Gouarie-Lourie y de Heisler. Aplicación a la resolución de sólidos finitos.

6. Transferencia de calor por convección. Flujo en caños. Efectos de entrada térmicos. Definición de coeficiente de transferencia de calor en distintas geometrías. Coeficiente global U .
7. Transferencia de calor en régimen laminar. Resolución en placa plana. Método integral de von Karman. Correlaciones. Transferencia de calor en régimen laminar en caños. Efecto de la temperatura sobre el perfil de velocidades. Correlaciones.
8. Transferencia de calor en régimen turbulento. Correlaciones de Sieder y Tate. Factor J . de Colburn. Analogía de Reynolds. Analogía de Coburn.
9. Correlaciones para transferencia de calor en cuerpos sumergidos. Aplicación a banco de tubos.
10. Convección natural. Correlaciones para zona laminar y turbulenta. Convección libre y forzada simultánea.
11. Transferencia de calor con cambio de fase. Condensación. Distintos tipos. Condensación en película laminar. Correlación de Nusselt. Ebullición.
12. Balances globales de energía. Aplicaciones.
13. Intercambiadores de calor. Casco y tubo. Descripción de equipos. Factores de ensuciamiento. Cálculo de un doble tubo. Diferencia media logarítmica. Casco y tubo. Factor F_t . Método de diseño basado en número de unidades de transferencia. Concepto de eficiencia. Ecuación de diseño. Elección de equipos. Cálculo de performance de un intercambiador. Pérdida de carga en intercambiadores de casco y tubo. Variación del coeficiente global con la temperatura.
14. Evaporadores. Clasificación de evaporadores. Evaporadores tubulares. Evaporadores de película agitada. Evaporadores de simple efecto. Evaporadores de múltiple efecto en cocorriente y contracorriente. Cálculo de un triple efecto. Separadores líquido-vapor. Condensadores de superficie y de contacto directo.

III. Transferencia de materia

1. Difusión molecular en fluidos. Definición de flujo. Ley de Fick. Estimación de difusividades en gases, líquidos y sólidos.
2. Ecuaciones de variación para sistemas de dos componentes. Difusión molecular en fluidos en estado estacionario. Condiciones de contorno. Difusión en medio estanco. Contra difusión molecular. Difusión con reacción química homogénea. Difusión con reacción química heterogénea.
3. Convección. Difusión en película laminar descendente. Convección en régimen laminar en caños.
4. Convección forzada en régimen turbulento. Definición del coeficiente de transferencia de materia para una sola fase. Caso de caños, cuerpos sumergidos y lechos llenos.
5. Adimensionalización de la ecuación de continuidad. Grupos adimensionales para transferencia de masa. Correlaciones para columna de pared mojada, placa plana, esfera y cilindros.
6. Predicción de coeficientes de transferencia de masa a partir de la teoría de película. Teoría de penetración. Concepto de difusividad turbulenta. Teoría de capa límite. Método integral de von Karman.
7. Analogías. Aplicaciones a las tres transferencias. Analogía de Reynolds. Analogía de Prandtl y Taylor. Analogía de Chilton y Colburn.

DRA. URSULA BÖHM DE BORDENAVE
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
DIRECTORA