

OPERACIONES UNITARIAS IPROGRAMADepartamento de Industrias.I).- REPASO DE CONCEPTOS BASICOS DE TERMODINAMICA.-

- 1) Definiciones, Formas de energía, trabajo de circulación y de desplazamiento. 1er Principio; aplicación a sistemas cerrados y de flujo. Balances globales de materia y energía. Entalpía y entropía; diagramas entrópicos y entálpicos. Fluidos condensables. Fluidos reales; funciones termodinámicas de fluidos reales, funciones generalizadas.

II).- TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.-

- 2) Concepto de viscosidad. Ley de Newton. Unidades. Clasificación de los fluidos no-Newtonianos: fluidos dilatantes, pseudoplásticos, tixotrópicos, viscoelásticos, y plásticos de Bingham. Dependencia de la viscosidad con la temperatura y presión. Estimación de viscosidades en función de temperatura y presión reducidas.
- 3) Balances diferenciales. Condiciones de contorno. Flujo isotérmico de un film descendente entre una superficie inclinada. Flujo en un tubo circular. Ley de Haegen Poiseuille. Flujo en un tubo circular para un fluido Newtoniano que obedece a la ley de la potencia. Flujo alrededor de una esfera. Ley de Stokes.
- 4) Ecuaciones de variación. Ecuación de continuidad; deducción y simplificaciones. Ecuación de movimiento; deducción y simplificaciones. Ecuaciones de Navier-Stokes. Adimensionalización; (Re), (Fr), (Eu). Significado físico de los grupos adimensionales. Semejanza; estudio de modelos.
- 5a) Turbulencia.- Descripción del fenómeno. Intensidad de turbulencia. Ecuaciones de tiempo ajustado. Perfil de velocidades en régimen turbulento. Ley de la potencia.
- 5.b) Transporte de interfase en sistemas homogéneos. Definición de factor de fricción. Expresiones de  $f$ . para tubos rectos y para fluidos que circulan sobre cuerpos sumergidos. Dependencia del factor de fricción con los grupos adimensionales. Diagrama de Moody. Concepto de Radio Hidráulico. Aplicación al cálculo de cañerías.
- 5.c) Flujo de fluidos en cuerpos sumergidos. Placa plana. Modelo de Prandtl de capa límite. Simplificación de las ecuaciones de cambio. Espesor de la capa límite. Factores de fricción para esferas y cilindros. Gráficos.

Aprobado por Resolución

DNC. n:050

ING. JORGE ALFONSO  
DIRECTOR  
DEPARTAMENTO INDUSTRIAS



- 6) Circulación de fluidos a través de lechos porosos y fluidizados. Ley de Darcy, permeabilidad. Estructura de un lecho de partículas. Área específica y porosidad. Velocidad intersticial. Pérdida de carga en lechos rellenos. Ecuaciones de Blake-Kozeny y Ergun. Lechos fluidizados. Velocidad mínima de fluidización. Comparación de lechos fluidizados y fijos. Fluidización agregativa y particulizada.

### III) TRANSFERENCIA DE CALOR

- 7) Formas de transferencias. Conducción; campos de  $T$  y de  $\text{grad } T$ . flujo de calor. Ley de Fourier; el coeficiente de conducción  $k$ . Aplicaciones de la ley de Fourier a pared plana y cilindro hueco infinitos; perfiles temperatura y cantidades de calor en régimen estacionario. Radio crítico y espesor económico de aislación.
- 8) Ecuación de variación de energía; deducción y simplificaciones. Aplicaciones.
- 9) Superficies extendidas. Balances diferenciales de energía. Ecuación diferencial general; integración para aletas longitudinales y transversales. Condiciones de contorno. Perfiles de temperaturas y cantidades de calor. Eficiencia de aleta y eficiencia de superficie extendidas.
- 10) Conducción de calor en sólidos en régimen variable. Simplificación de la ecuación de energía para flujo unidireccional. Integración por método de separación de variables. Análisis de las condiciones de contorno. Caso de placa plana infinita. Grupos adimensionales. Gráficos de Gurney-Lurie. Gráficos de Heisler. Flujo de calor en dos y tres dimensiones. Regla de Newman.
- 11) Radiación.- Definiciones y mecanismo. Repartición de la energía radiante. Absorción, reflexión, transparencia. Cuerpo negro; teoría de Kirchhoff. Emisividades. Cuerpo gris. Ley de Stefan-Boltzman. Radiación recíproca; balances. Factores de Hottel.
- 12) Convección.- Definiciones y distintos casos. El coeficiente  $h$ . Capa límite térmica; aplicación de las ecuaciones de variación a placa plana.  $(Re)$ ,  $(Nu)$ ,  $(Pr)$ . Correlaciones adimensionales. Significado de los adimensionales. Convección natural;

Aprobado por Resolución

*JNC. n° 050*

  
ING. JORGE ELÍAS CAMPOS  
DIRECTOR  
DEPARTAMENTO INDUSTRIAS



13) El coeficiente global  $U$ . Factores de conocimiento. Variación de  $U$  con la temperatura a lo largo del equipo; distintas formas de considerarla en el diseño.

14) Intercambiadores de calor.

Equipos. Ecuaciones de diseño. Método de la diferencia medio logarítmica de temperaturas; flujo contra y cocorriente, corrientes mixtas, el factor  $F$ . Método del número de unidades de transferencia. Diseño y verificación y análisis de la performance de intercambiadores de calor.

Optimización de la temperatura de salida del agua; cálculo analítico del óptimo.

15) Evaporación.-Definición. Estudio de las propiedades de la solución a evaporar. Capacidad. Economía. Coeficiente global de transferencia de calor. Análisis de cada una de las resistencias. Temperatura de ebullición: factores que la modifican. Regla de Dühring. Simple efecto. Balances. Múltiple efecto. Diagrama H-x. Análisis de presión, temperatura y consumo de vapor para múltiple efecto.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

  
ING. JORGE L. CAMEROS  
DIRECTOR  
DEPARTAMENTO INDUSTRIAS

Aprobado por Resolución INC. n° 050