

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Problema nº 1)

[01-07] Por una tubería fluyen 100 lb de agua a razón de 10 ft/s. ¿Cuánta energía cinética ($E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$) tiene el agua, expresada en unidades del SI?

Problema nº 2)

[01-05] La difusividad del anhídrido carbónico en agua a 25°C y 1 atm, expresada en el sistema inglés de unidades es de $7,596 \cdot 10^{-5}$ ft²/h. Deducir su correspondiente valor en el SI de unidades.

Problema nº 3)

[01-09] El calor perdido por convección y radiación a la atmósfera viene dado por la fórmula:

$$\frac{q}{A} = 3,57 \frac{\Delta T^{1,25}}{D_o^{0,25}}$$

donde:

- q: Caudal de calor [kcal/h]
- A: Área de la tubería [m²]
- ΔT: Diferencia de temperatura entre pared y medio ambiente [°C]
- D_o: Diámetro externo de la tubería [cm]

Transformar esta ecuación para expresar ΔT en °F.

Nota:

$$1 \text{ °F} = (5/9) \text{ °C}$$

Problema nº 4)

[01-10] En los procesos de sedimentación de partículas en fluidos, la fuerza ejercida sobre una partícula obedece a la siguiente ecuación:

$$F_D = 0,055 U_t \cdot D_p^2 \cdot \rho$$

siendo:

- F_D: Fuerza [lbf]
- U_t: Velocidad de la partícula [ft/s]
- D_p: Diámetro de la partícula [ft]
- ρ: Densidad [lb/ft³]

Transformar la ecuación al sistema internacional utilizando las equivalencias

necesarias y teniendo en cuenta que $1 \text{ lbf} = 4,4482 \text{ N}$.

Problema nº 5)

[01-12] En los procesos de filtración a presión constante, el volumen de líquido filtrado está relacionado con el tiempo de filtración por la ecuación:

$$V^2 = \frac{2 A^2 \Delta P (1 - M \cdot S)}{\mu \cdot \rho \cdot S \cdot \alpha} \theta$$

siendo:

- V: Volumen de filtrado [ft^3]
 A: Área filtrante [ft^2]
 ΔP : Diferencia de presión [lbf/in^2]
 S: Fracción másica del sólido en la suspensión
 M: Relación entre el peso de la torta húmeda y el peso de la torta seca
 θ : Tiempo de filtración [s]
 μ : Viscosidad del líquido [$\text{lb}/(\text{ft}\cdot\text{s})$]
 ρ : Densidad del líquido [lb/ft^3]
 α : Resistencia específica de la torta de material sólido [s^2/lb]

Se desea transformar la ecuación para poder emplear las siguientes unidades:

$$V \text{ en cm}^3 \quad A \text{ en cm}^2 \quad \Delta P \text{ en atm}$$

$$\mu \text{ en cP} \quad \rho \text{ en g/cm}^3 \quad \alpha \text{ en s}^2/\text{g}$$

Nota:

$$1 \text{ atm} = 14,606 \text{ psi}$$

Problema nº 6)

[01-18] Para el cálculo del coeficiente individual de transferencia de materia, k_g , a través de la fase gaseosa se ha obtenido experimentalmente, en una columna de laboratorio de esferas y cilindros de área interfacial conocida, la ecuación:

$$k_g = 14,04 V_R^{2/3} \cdot a_s^{1/2} \cdot I_m^3$$

en la que:

- k_g Coeficiente individual de transferencia de materia a través de la fase gaseosa [$\text{kg}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{atm})$]
 V_R : Velocidad relativa entre las fases gaseosa y líquida [m/s]

- a_s : Superficie específica del relleno [m^2/m^3]
 I_m : Factor de impulsión [adimensional]

Transformar dicha ecuación para que pueda utilizarse con las magnitudes expresadas en las siguientes unidades:

$$k_g \text{ en lb}/(\text{h}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{mmHg}) \quad V_R \text{ en ft/s} \quad a_s \text{ en ft}^2/\text{ft}^3$$

Problema nº 7)

[01-19] Para la determinación del coeficiente de transmisión de calor individual a través de un sólido en contacto con la pared de un lecho fluidizado, Wen y Fau han propuesto la siguiente ecuación empírica :

$$h = 11,6 k \cdot (C_s \cdot \rho_s)^{0,4} \cdot \left(\frac{G \cdot \eta}{\mu \cdot N_f} \right)^{0,36}$$

en la que h es el coeficiente de transmisión de calor [$\text{Btu}/(\text{h}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F})$], k es la conductividad térmica del fluido [$\text{Btu}/(\text{h}\cdot\text{ft}\cdot^\circ\text{F})$], C_s es la capacidad calorífica del sólido [$\text{Btu}/(\text{lb}\cdot^\circ\text{F})$], ρ es la densidad del sólido [lb/ft^3], G es la velocidad másica del fluido [$\text{lb}/(\text{h}\cdot\text{ft}^2)$], η es la eficacia de la fluidización [adimensional], μ es la viscosidad del fluido [$\text{lb}/(\text{h}\cdot\text{ft})$] y N_f es la razón de expansión del lecho [adimensional].

Obtener una ecuación equivalente en la que todas las variables se expresen en el Sistema Internacional de Unidades.

Nota:

$$1 \text{ }^\circ\text{F} = (5/9) \text{ K}$$

Problema nº 8)

[01-17] En 1916 Nusselt dedujo una relación teórica para predecir el coeficiente de transferencia de calor entre un vapor saturado puro y una superficie más fría:

$$h = 0,943 \left(\frac{k^3 \cdot \rho^2 \cdot g \cdot \lambda}{L \cdot \mu \cdot \Delta T} \right)^{\frac{1}{4}}$$

donde:

- h : Coeficiente medio de transferencia de calor [$\text{Btu}/(\text{h}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F})$]
 k : Conductividad térmica [$\text{Btu}/(\text{h}\cdot\text{ft}\cdot^\circ\text{F})$]
 ρ : Densidad [lb/ft^3]
 g : Aceleración debida a la gravedad [ft/h^2]
 λ : Cambio de entalpía [Btu/lb]
 L : Longitud del tubo [ft]
 ΔT : Diferencia de temperatura [$^\circ\text{F}$]

¿Qué unidades tiene la constante 0,943?

Problema nº 9)

[01-14] El número de Prandtl es un grupo adimensional importante en los cálculos de transferencia de calor. Se define como:

$$Pr = \frac{C_p \cdot \mu}{k}$$

donde:

- C_p : Capacidad calorífica del fluido
- μ : Viscosidad del fluido
- k : Conductividad térmica del fluido

Calcular el número de Prandtl para un fluido particular con:

$$C_p = 0,583 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$$

$$\mu = 1,936 \frac{lb}{ft \cdot h}$$

$$k = 0,286 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$$

Problema nº 10)

[01-15] El número de Reynolds es un grupo adimensional definido para un fluido que se desplaza en un tubo como:

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

donde:

- D : Diámetro del tubo
- v : Velocidad del fluido
- ρ : Densidad del fluido
- μ : Viscosidad del fluido

Cuando el valor del número de Reynolds es menor de 2.100, el flujo es laminar: el fluido se mueve en corrientes suaves. Para números de Reynolds por encima de 2.100, el flujo es turbulento: existe una fuerte agitación interna.

La metil-etil-cetona (MEC) fluye a una temperatura de 20°C en las siguientes condiciones:

$$D = 2,067 \text{ in}$$

$$v = 0,048 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$$

$$\rho = 0,805 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\mu = 0,43 \text{ cP}$$

Determinar si el flujo es laminar o turbulento.

Nota:

$$1 \text{ cP} = 0,001 \text{ kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$$