

TRANSFERENCIA DE CALOR

- . FUSION DE MATERIALES
- . PROCESOS DE DISOLUCIÓN
- . ESTERILIZACIÓN DE PRODUCTOS
- . EVAPORACIÓN DE LÍQUIDOS
- . SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO
- . SECADO
- . PROCESOS DE RECUBRIMIENTO

MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

- . CONDUCCIÓN
- . CONVECCIÓN
- . RADIACIÓN

- **MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR:**

- CONDUCCIÓN: Es el paso de la energía calorífica a las moléculas adyacentes mediante la transferencia de energía vibratoria o el movimiento de los electrones libres sin que se aprecie un movimiento observable de partículas.
- CONVECCIÓN: Es la transferencia de calor desde un punto a otro dentro de un fluido por la mezcla de una porción de fluido con otra. En la convección natural, el movimiento es provocado por gradientes de densidad, causados por la temperatura y la gravedad. En la convección forzada el movimiento es producido por medios mecánicos.
- RADIACIÓN: Es la transferencia de energía calorífica entre dos cuerpos por medio de ondas electromagnéticas.

LEY DE FOURIER

$$\frac{dq}{dA} = -K \frac{\partial T}{\partial x}$$

Siendo:

A: área de la superficie isotérmica perpendicular al flujo de calor

x: distancia medida en la dirección normal a la superficie

q: Calor transferido por unidad de tiempo

T: Temperatura

k: Constante de proporcionalidad (“Conductividad térmica”)

Observaciones:

- 1.- La derivada parcial pone de manifiesto de que la **T** puede variar tanto con la localización como con el tiempo.
- 2.- El signo negativo refleja el hecho físico de que el flujo de calor tiene lugar en la dirección opuesta al gradiente térmico.
- 3.- EL área “**A**” es de una superficie perpendicular al flujo de calor y que la distancia “**x**” es la longitud del camino perpendicular al área “**A**”.
- 4.- Esta ecuación es aplicable a superficies no isotérmicas con tal que el área “**A**” de la superficie y la longitud del camino “**x**” esté medida en dirección normal a la superficie.
- 5.- Si el flujo de calor es unidimensional, solo se necesita una coordenada lineal para medir la longitud del camino.

Valores de conductividad térmica de algunos materiales utilizados en Tecnología Farmacéutica

Material	K (W/mK)
Cobre (puro)	386
Plata (pura)	410
Aluminio (puro)	204
Acero ligero	43
Acero inoxidable (típico)	17 *
Carbón (grafito)	138
Cristal	0,86
Lana de vidrio	0,03
Mercurio	8,3
Acetona	0,17
Agua (a 20° C)	0,60
Agua (a 80° C)	0,67
Hidrógeno	0,215
CO2	0,022
Aire	0,03

* Los valores de K pueden oscilar entre 13v y 19 W/m °K dependiendo de su composición.

$$1 \text{ W/m } ^\circ\text{K} = 1 \text{ Kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}.$$

FLUJO DE CALOR EN FLUIDOS

BALANCE GLOBAL DE ENTALPÍA:

- a) Transmisión de calor sin cambio de fases; se asume que los calores específicos son constantes.

$$\dot{m}_H c_{p,H} (T_{H,A} - T_{H,B}) = \dot{m} c_{p,C} (T_{C,B} - T_{C,A})$$

- b) Condensación total de vapor no sobrecalentado y condensado a la temperatura de condensación.

$$\dot{m}_H \lambda_H = \dot{m} c_{p,C} (T_{C,B} - T_{C,A})$$

- c) Condensación total de vapor no sobrecalentado y temperatura del condensado inferior a la temperatura de condensación.

$$\dot{m}_H (\lambda_H + c_{p,H} (T_{H,A} - T_{H,B})) = \dot{m} c_{p,C} (T_{C,B} - T_{C,A})$$

TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN

Tres fenómenos: absorción (α), reflexión (β) y transmisión (τ)

$\alpha + \beta + \tau = 1$; (absortividad, reflectividad y transmisividad)

Cuerpos opacos: $\alpha + \beta = 1$

Reflexión:

- a) El valor de β de un sólido opaco depende de la T, del carácter de la superficie, del material de elaboración de la superficie, de la longitud de onda de la radiación incidente y del ángulo de incidencia.
- b) La reflexión puede ser especular o difusa.
- c) La mayoría de las superficies industriales producen reflexión difusa e independiente del ángulo de incidencia.

Absorción:

- a) La absorción depende de la temperatura y del ángulo de incidencia. El coeficiente de absorción es una media ponderal de los coeficientes de absorción monocromáticos.
- b) Para algunas superficies industriales se puede asumir que el coeficiente de absorción es el mismo para todas las longitudes de onda. El cuerpo que cumple esta condición recibe el nombre de cuerpo gris.

Intercambio de radiación:

1.- Ley de Kirchhoff: establece que, para la T de equilibrio, la relación entre el poder emisor de radiación de un cuerpo cualquiera (E) y el coeficiente de absorción de dicho cuerpo (α) depende exclusivamente de la temperatura del cuerpo.

$$\frac{E_1}{\alpha_1} = \frac{E_2}{\alpha_2}$$

Emisividad (ε) se define como la relación entre el poder emisor total de un cuerpo con respecto al del cuerpo negro a la misma temperatura.

$$\varepsilon = \frac{E}{E_o}$$

2.- Ley de Stefan-Boltzman: establece que la velocidad de emisión de un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de la T absoluta.

$$E = \sigma \cdot T^4$$

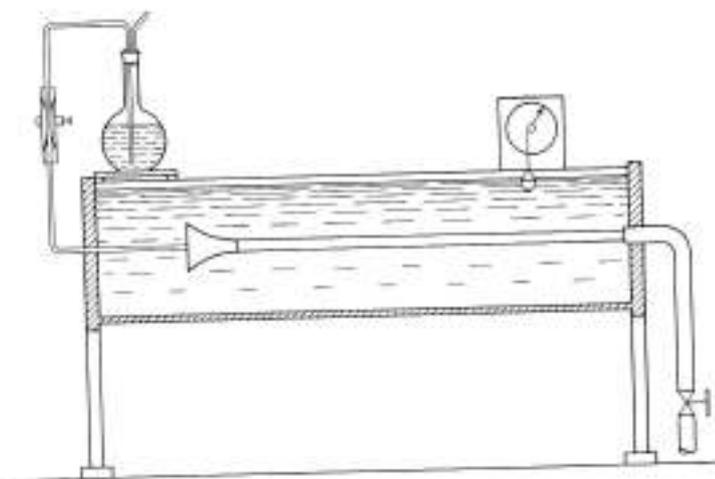


Fig. 3-4. Experimento de Reynolds.

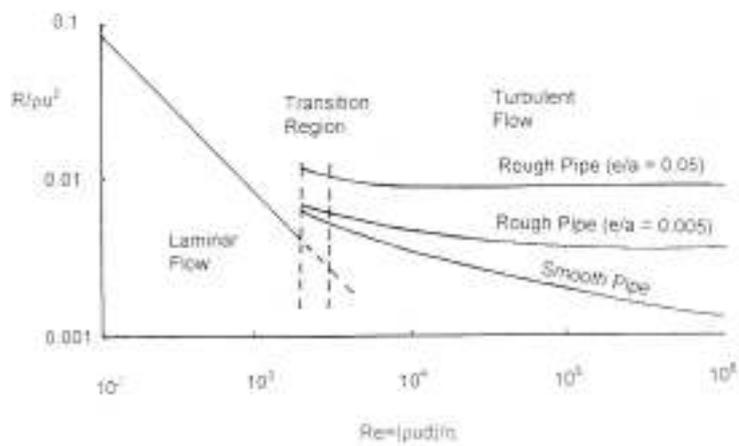


FIG. 10. Pipe friction chart $R/\rho u^2$ versus Reynolds' Number.

