

UNIVERSIDAD RAFAEL URDANETA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE QUÍMICA

CATEDRA: LAB. OPERACIONES UNITARIAS II

INFORME N º2

PROCESO DE TRNSFERENCIA DE CALOR POR

CONDUCCIÓN

REALIZADO POR:

Maracaibo, Julio del 2001

ESQUEMA

INTRODUCCIÓN

MARCO TEORICO

DIAGRAMA DEL EQUIPO

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

DATOS EXPERIMENTALES

RESULTADOS

GRAFICAS

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIÓN

APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de esta práctica es el estudio del proceso de transferencia de calor aplicado a barras cilíndricas de área constante y variable, y las propiedades térmicas de los sólidos.

Cuando las partículas están en movimiento dentro de un sistema, se produce un intercambio de calor entre

ellas, este fenómeno se denomina: transferencia de calor.

Este informe consta de un marco teórico, datos experimentales, resultados, análisis de los mismos y las conclusiones obtenidas luego de realizar la práctica.

MARCO TEORICO

Equilibrio térmico

En primer lugar, construiremos un modelo simplificado que explique la conducción térmica, es decir, el establecimiento de un flujo de calor entre elementos adyacentes de la barra, cuando exista un gradiente de temperatura.

Cuando se ponen en contacto dos cuerpos a temperaturas diferentes, intercambiarán energía hasta que ambos alcancen el equilibrio térmico a la misma temperatura.

El equilibrio no es estático sino dinámico, ya que los dos cuerpos pueden intercambiar energía a nivel microscópico, aunque dicho intercambio tiene lugar en ambas direcciones, no habiendo en promedio intercambio neto en ninguna de las dos.

El caso más simple es aquél en el que ambos subsistemas tienen el mismo número de partículas, la temperatura de equilibrio es la media de las temperaturas iniciales de ambos cuerpos

$$T_{eq} = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

En el caso general, de que el primer subsistema tenga N_1 partículas a la temperatura inicial T_1 , y el segundo tenga N_2 partículas a la temperatura T_2 al ponerlos en contacto térmico intercambiarán energía hasta que se alcance la temperatura de equilibrio dada por la media ponderada

$$T_{eq} = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2}{N_1 + N_2}$$

La temperatura final no es fija sino que fluctúa alrededor de la temperatura de equilibrio, las fluctuaciones, como podemos comprobar, disminuyen al incrementarse el tamaño del sistema.

Otro concepto que se puede estudiar, es el de irreversibilidad que significa la improbabilidad de alcanzar el estado inicial desde el estado final de equilibrio a la misma temperatura. Esta improbabilidad se debe al gran número de constituyentes del sistema. En el programa interactivo, el número de partículas es pequeño, pero en un sistema real el número de partículas es muy elevado, por ejemplo, un mol de cualquier sustancia contiene $6.02 \cdot 10^{23}$ moléculas.

Por tanto, la simulación debe de considerarse como una imagen cualitativa de lo que ocurre a un sistema real, en el que el carácter dinámico del equilibrio térmico, y las fluctuaciones son muy difíciles de observar.

Simulación de la conducción del calor

Nuestro modelo de conducción térmica es una generalización del modelo anteriormente expuesto. Consideremos la barra metálica dividida en N trozos, cada trozo supondremos que constituye un subsistema a la misma temperatura, cada uno de ellos intercambia energía con los adyacentes, los de los extremos intercambian energía con los focos frío y caliente respectivamente. Se supone que los focos son tan grandes que su temperatura se mantiene constante durante todo el proceso.

La simulación consiste en asignar una temperatura fija a los subsistemas extremos y una temperatura inicial al resto, dejándoles interaccionar.

La simulación nos puede ayudar a comprender la deducción de la ecuación de la conducción del calor:

- Se produce un flujo de energía siempre que haya una diferencia de temperatura entre elementos adyacentes, y este flujo es tanto más grande cuanto mayor sea la diferencia de temperatura (Ley de Fourier).
- En cada elemento entra en la unidad de tiempo una cierta cantidad de energía y sale otra cantidad, la diferencia entre ambas cantidades se emplea en cambiar la temperatura del elemento que varía con el tiempo (ecuación de la conducción del calor).

Esto es lo esencial de la deducción teórica. La diferencia estriba en que en esta última los elementos son diferenciales y es preciso operar con cantidades infinitesimales. La simulación explica, pues, las facetas esenciales de la descripción matemática del proceso.

FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR

Modo de transmisión del calor. El paso del calor de los cuerpos más calientes a otros que lo están menos se llama transmisión del calor y se produce en tres formas .

La propagación por conducción tiene lugar cuando se pone en contacto entre dos cuerpos que están a diferentes temperaturas o cuando dos puntos de un mismo objetos.

Está a diferente temperatura en la propagación por conducción la transmisión del calor se lleva a cabo por medio de transferencia de energía de una molécula a otra la capacidad para producir el calor varia notablemente de un material a otro. En general los elementos son muy conductores del calor. Destacan en ellas la plata y el cobre u otros materiales por ejemplo, los plásticos, la madera, la nana de vidrio u barro, son malos conductores del calor y se utiliza por tal motivo en otras situaciones.

En que debemos mantener la conducción del calor en limites. La conductibilidad es bastante menor en los líquidos en las que los sólidos y un menor en los gases en el vacío.

CONDUCCION

Es la forma que transmite el calor en cuerpos sólidos, se calienta un cuerpo, las moléculas que reciben directamente el calor aumenta su vibración y chocan con las que rodean; estas a su vez hacen lo mismo con sus vecinas hasta que todas las moléculas del cuerpo se agitan, por esta razón, si el extremo de una varilla metálica se calienta una flama, transcurre cierto tiempo para el calor llegue a otro extremo.

El calor no se transmite con la misma facilidad por todos los cuerpos se llaman buenos conductores del calor aquellos materiales que permiten el paso del calor a través de ellos.

Los malos conductores o aislantes son los que oponen mucha dificultad al paso del calor aprovechando esta propiedad muchas vasijas para calentar líquidos se hacen aluminio

La conducción del calor significa transmisión de energía entre sus moléculas.

La transmisión del calor por contacto molecular se llama conducción.

APLICACIÓN DE LOS AISLANTES TERMICOS.

AISLANTES TÉRMICOS: son los materiales que dificultan el paso del calor.

EJEMPLOS:

- TELA
- MADERA.
- PLASTICOS.
- PORCELANA.

APLICACIONES

- GUANTES DE CUERO.
- PROTECCION DE ASBESTO.

Cuando el calor se transmite a través de un cuerpo por conducción, esta energía se propaga en virtud de la agitación atómica en el material, sin que exista transporte de materia en el proceso.

TRANSMISIÓN DEL CALOR

La conducción del calor significa transmisión de energía entre sus moléculas al introducir una cuchara de metal en café caliente, la parte inferior se calienta y poco después la parte superior, aunque esta última no toque el líquido.

La transmisión del calor por contacto molecular se llama conducción.

La conducción del calor es el resultado de las colisiones entre las moléculas, en las que las moléculas con mayor energía cinética transmiten calor a las de menor energía.

No hay dos materiales que tengan idéntica estructura molecular o atómica, por lo que su comportamiento es diferente con respecto a la capacidad para conducir el calor.

APLICACIONES DE LA TRANSMISION DEL CALOR

APLICACIONES POR CONDUCCION

La temperatura del cuerpo es de 36.5 c aproximadamente y el medio que nos rodea esta, en general a menor temperatura, por lo que constantemente cierta cantidad del calor se esta transfiriendo de nuestro cuerpo hacia el ambiente. Cuando la temperatura es baja esta transferencia se hace rápidamente y esto nos hace sentir frío.

DIAGRAMA DEL EQUIPO

LEYENDA:

- Resistencia;
- Pasadores;
- Selectores;
- Tensiómetro;
- Mangueras para fluido.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Para garantizar las condiciones estacionarias que se requieren, el equipo fue encendido con 5 horas de anticipación.

Con un termómetro manual fue medida la temperatura de entrada del agua al sistema.

Se procede a la toma de los datos experimentales con cada unidad por separado. Para esto se coloca el selector de unidades en 1 y el selector de termocuplas en la primera posición, se enciende el tensiómetro y se toma la lectura correspondiente. Seguidamente se apaga el tensiómetro y se posiciona el selector de termocuplas en la segunda posición. Este procedimiento es repetido hasta la décima termocupla. Se espera un tiempo de aproximadamente 5 minutos y se toman nuevamente los valores para la comprobación de los mismos.

El procedimiento aplicado para la Unidad I, es repetido, pero cambiando la posición del selector de unidades en las posiciones 2, 3 y 4 respectivamente para cada unidad.

Después de verificar los datos de temperatura para las termocuplas en las unidades, se coloca el selector de unidades en la posición 5, esto es para tomar la temperatura del agua de salida. Para seleccionar la unidad en la que quiere ser medida esta temperatura, es utilizado el selector de termocuplas en posiciones del 1 al 4.

Para tomar el caudal (volumen y tiempo) en cada una de las unidades del sistema, se abre la válvula de salida de agua y con un cronómetro se toma el tiempo en el que se descargan 50 ml de agua. Se cierra la válvula y luego se repite el procedimiento para comprobar estos datos. Mientras se estén tomando los valores de tiempo, debe permanecer encendido el tensiómetro y ubicado en la unidad con la cuál se esté trabajando (para comprobar la temperatura de salida del agua en cada unidad), este será apagado al completarse los datos de tiempo recogidos.

Este procedimiento se repite para las cuatro unidades.

DATOS EXPERIMENTALES

UNIDAD III $(1+16/155d) \cdot 0,0254$

UNIDAD IV $(D = 0.0508 \text{ m})$

MATERIAL	LONGITUD (m)	TERMOCUPLA
Acero	0.023 m	1
		0.026 m
		2
		0.023 m
		3
		0.026 m
		4
		0.023 m
		5
		0.026m
		6
		0.023 m
		7
		0.026 m
		8
		0.023 m
		9
		0.026 m
		10

Los datos obtenidos en el laboratorio fueron los siguientes:

TERMOCUPLA	TEMPERATURA DE UNIDADES	
	III	IV
1	92,9	109,3
2	84,4	103,6
3	76,1	97,3
4	69,4	99,6
5	63	85,7
6	57,9	80
7	52,8	74
8	49	68
9	44,9	62,4
10	41,3	56,6

Para el agua (Sistema de enfriamiento):

UNIDAD	Temperatura de entrada(°C)	Temperatura de salida(°C)	Tiempo de descarga (seg)
III	28	29,9	4,50
IV	28	30	6,50

RESULTADOS

UNIDAD III

Q (m3/seg)	m (Kg/seg)	qH2O (Joule/seg)	qp (Joule/seg)
2,207510-5	2,992.10-2	174,6528	225,3472

D (m)	A (m2)	K Joule/m .seg °K	R (seg °K/Joule)	C (Joule/seg K)
0,078909	0,0097808	6,302364	0,37312	2,6801
0,061816	0,0060023	10,517221	0,41186	2,4280
0,052154	0,0042726	18,303315	0,29410	3,4002
0,047069	0,00348009	23,524822	0,31758	3,1488
0,043236	0,0029363	34,988571	0,22387	4,4668
0,040823	0,0026178	39,245527	0,25307	3,95147
0,038777	0,0023619	58,378335	0,166807	5,995
0,037372	0,0021938	58,252681	0,29345	4,91521
0,0361017	0,0020472	71,094177	0,15802	6,3283
0,012623	0,0012529	72,583422	0,32675	5,999

UNIDAD IV

Q (m3/seg)	m (Kg/seg)	qH2O (Joule/seg)	qp (Joule/seg)
1,52672.10-5	1,52097.10-2	127,1474	272,8526

D (m)	A (m²)	K Joule/m . seg °K	R (seg °K/Joule)	C (Joule/seg K)		
0.0508	0,004054	16,50708	0,3437	2,9095		
				14,93497	0,4294	2,3288
				31,36344	0,18089	5,5309
				10,94073	0,5862	1,7059
				16,50708	0,3437	2,9095
				15,68172	0,40897	2,4451
				15,68172	0,36178	2,7641
				16,80184	0,38171	2,6198
				16,22247	0,34972	2,8596
				16,94739	0,3774	2,7263

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La similitud de los resultados de la conductividad en la unidad III consiste en un solo material(acero).

Si los valores para la conductividad son similares, los valores para la conductancia y resistividad (debido a la relación que guardan entre sí) serán casi constantes.

Analizando la gráfica de la T vs 1/L, se notó que a medida que aumenta la temperatura, aumenta el inverso de la longitud, lo cual nos indica que estas son directamente proporcionales.

En la unidad IV la variación de la temperatura entre una termocupla y otra es muy similares.

La conductividad en la unidad IV, entre las termocuplas tiende a ser la misma, por consiguiente también serán semejantes los valores de la conductancia y de la resistividad.

CONCLUSIÓN

Con los resultados se comprueba que la transferencia de calor por conducción es un proceso mediante el cual fluye el calor desde una región de alta temperatura a una región de baja temperatura dentro de un medio o entre medios diferentes en contacto físico directo.

Los valores de conductividad térmica dependen del material y de la temperatura.

Un material será mejor conductor de calor mientras mayor sea su la conductividad del mismo.

Debido a que se comprobaron los valores de temperatura, se observa que existe un estado estacionario ya que en la misma no se observó variación con respecto al tiempo.

Con los resultados de las gráficas obtenidos se comprobó que la transferencia de calor es mejor a menor longitud.

APÉNDICE

Unidad III:

$$Q = Vln / t = 1.10 - 1 \text{ m}^3 / 4,53 \text{ seg} = 2,2075.10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$m = Q \cdot \rho_{H2O} = 2,2075.10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg} \cdot 996,233 \text{ Kg/ m}^3$$

$$T = T_{\text{salida H2O}} - T_{\text{entrada H2O}}$$

$$T = (308,05 - 301,15) \text{ K} = 6,9 \text{ K}$$

$$q_{H2O} = m \cdot C_p \cdot T = 2,1992.10^{-2} \text{ Kg/seg} \cdot 4179,816 \text{ Joule/Kg K} \cdot 6,9 \text{ K}$$

$$q_{H2O} = 174,6528 \text{ Joule/seg}$$

Calor perdido en la atmosfera:

$$q_{\text{resistencia}} = q_{H2O} + q_{\text{perdido}}$$

$$q_{\text{perdido}} = q_{\text{resistencia}} - q_{H2O} = (400 - 174,6528) \text{ Joule/seg}$$

$$q_{\text{perdido}} = 225,3472 \text{ Joule/seg}$$

$$D = (1 + 16 / 155 \cdot d) \cdot 0,0254 = (1 + 16 / 155 \cdot 0,049) \cdot 0,0254$$

$$D = 0,078909 \text{ m}$$

$$A = \sqrt{D} = \sqrt{0,078909} = 0,2809 \text{ m}$$

$$A = 0,0097808 \text{ m}$$

$$x = (0,26 - 0,23) = 0,003 \text{ m}$$

$$T = (366,05 - 357,55) \text{ K} = 8,5 \text{ K}$$

$$K = q_{H2O} \cdot x / A \cdot T$$

$$K = 174,6528 \text{ Joule/seg} \cdot 0,003 \text{ m} / 0,0097808 \text{ m} \cdot 8,5 \text{ K}$$

$$K = 6,302364 \text{ Joule / m} \cdot \text{K} \cdot \text{seg}$$

$$R = L / K \cdot A$$

$$R = 0,023 \text{ m} / 6,302364 \text{ Joule / m} \cdot \text{K} \cdot \text{seg} \cdot 0,0097808 \text{ m}$$

$$R = 0,37312 \text{ Joule / K} \cdot \text{seg}$$

$$C = 1 / R$$

$$C = 1 / 0,37312 \text{ Joule / K} \cdot \text{seg}$$

$$C = 2,6801 \text{ Joule / K seg}$$

BIBLIOGRAFÍA

- PERRY. *Manual del Ingeniero Químico. Tomo III. Editorial Mc GRAW – HILL.*
- www.altavista.com/transfereciadecalorporconduccion.com
- www.rincondelvago.com

1

UNIDAD 1

UNIDAD 2

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

P = 480 vatios

2

5

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

3

4

P = 400 vatios

UNIDAD 4

UNIDAD 3