

**Código de asignatura QI 823 Nombre corto: Transferencia de calor**

|                                                |                                |
|------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Nombre del programa académico</b>           | Química Industrial             |
| <b>Nombre completo de la asignatura</b>        | Transferência de Calor         |
| <b>Área académica o categoría</b>              | Area de procesos               |
| <b>Semestre y año de actualización</b>         | I-2022                         |
| <b>Semestre y año en que se imparte</b>        | VIII-Cuarto año                |
| <b>Tipo de asignatura</b>                      | [ X ] Obligatoria [ ] Electiva |
| <b>Número de créditos ECTS</b>                 | 5                              |
| <b>Director o contacto del programa</b>        | Hoover Albeiro Valencia S.     |
| <b>Coordinador o contacto de la asignatura</b> | Luis Guillermo Ríos A.         |

**Descripción y contenidos**

**1. Breve descripción**

Basados en el conocimiento científico y en la experiencia práctica se estudian los tres modos de transferencia de calor, conducción, convección, y radiación. Se hace énfasis en los equipos en los cuales se llevan a cabo dichos fenómenos y en el hecho de que ésta es la segunda operación más importante en las industrias químicas después de la destilación.

**2. Objetivos**

Plantear los distintos modelos de conducción a partir de los balances de energía y de las ecuaciones diferenciales ordinarias, hasta llegar a los mecanismos combinados conducción-convección en placas y cilindros huecos, y a la obtención de las expresiones para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor. Estudiar los modelos de la convección para obtener valores razonables de los coeficientes de película, y los principios del flujo de calor en fluidos a ser aplicados en el diseño/operación de intercambiadores de calor. Rescatar el peso que tiene la variable dinero en las industrias químicas.

**3. Resultados de aprendizaje**

El estudiante:

1. Conoce y entiende los distintos métodos de transferencia de calor
2. Comprende la operación de evaporación como una aplicación de la Transferencia de Calor
3. Hace cálculos relacionados con el diseño de intercambiadores de calor nuevos y con la evaluación de equipos existentes
4. Reconoce las instalaciones típicas donde se llevan a cabo los ciclos termodinámicos de producción de potencia y de refrigeración en las industrias químicas

En relación con las competencias transversales, el estudiante maneja:

1. Los distintos sistemas de unidades
2. La nomenclatura técnica de la Transferencia de Calor y de las Industrias Químicas en el idioma inglés
3. El hexámetro de Quintiliano en las Industrias Químicas
4. El significado de la variable dinero en las industrias químicas

#### 4. Contenido

1. Introducción (10 h): Qué son las industrias químicas, las operaciones unitarias, y la transferencia de calor? 2. Evaporación (15 h): Cambios de fase de una sustancia pura, Tablas de Vapor. Propiedades coligativas de las soluciones, Ley de Raoult, Diagrama de Dühring, Diagrama entalpía-composición. Evaporación de un solo efecto y en efectos múltiples. Reglas heurísticas.

3. Balance de energía macroscópico para un volumen de control durante un proceso (5 h): Balance de Energía total. Central de energía y vapor. Calderas pirotubulares y acuotubulares; calentadores de aceite térmico. Ciclo de refrigeración. Norma Técnica NTC ISO 50001.

4. Conducción de calor (15 h): Ecuación para la conducción de calor unidimensional en estado estacionario. Derivación de la ecuación de conducción de calor general en coordenadas cartesianas. Ecuación de Laplace: Pared plana, cilindro hueco, esfera; resistencias térmicas en serie y en paralelo. Qué es convección? Coeficientes de película. Mecanismos combinados de transferencia de calor. Coeficiente de transferencia de calor global. Espesor crítico de aislamiento. Espesor óptimo de aislamiento. Interpretación física de los números adimensionales en Transferencia de Calor. Análisis de parámetros concentrados. Flujo transitorio de calor. Conducción unidimensional con generación interna de energía.

5. Convección de calor (15 h): Aplicación del análisis dimensional a la transferencia de calor por convección. Flujo turbulento de fluidos dentro de tubos circulares. Conversión de ecuaciones. Flujo turbulento en secciones transversales no circulares. Capa límite de velocidad; capa límite térmica. Convección natural. Condensación de vapores y ebullición de líquidos.

6. Intercambiadores de calor (15 h): Principios del flujo de calor en fluidos. Intercambiadores de doble tubo. Diferencia de temperatura media logarítmica. Intercambiadores de coraza y tubos. Cálculo de los coeficientes de película lado tubos y lado coraza. Diagramas para el funcionamiento y el diseño de intercambiadores de calor. Recuperación de calor en contracorriente. Aplicaciones prácticas de los principios de transferencia de calor. Métodos cortos de cálculo. Transferencia de calor en estado inestable hacia líquidos en tanques agitados.

7. Radiación (5 h): Poder de emisión. Cuerpos negro, opaco, y gris. Emisividad. Ley de Stefan-Boltzmann. Intercambio de energía entre cualquier fuente y cualquier receptor. Factores de forma y de emisividad.

#### 5. Requisitos

QI 734 Fluidos y Sólidos

QI 623 FisicoQuímica II

El estudiante debe tener competencia en el manejo tanto de los balances de materia y energía, como de las ecuaciones diferenciales ordinarias.

#### 6. Recursos

Biblioteca, plataforma Google Classroom, internet

Bibliografía:

1. CENGEL, Yunus A., y GHAJAR, Afshin J. “Transferencia de Calor y Masa: Fundamentos y Aplicaciones” Cuarta Edición. México D. F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C. V., 2011
2. KREITH, Frank, et al. “Principios de Transferencia de Calor” Sexta Edición. México D. F.: International Thomson Editores, 2001
3. McCABE, W. L., et al. “Unit Operations of Chemical Engineering” Seventh Edition. New York: McGraw-Hill, 2005
4. WELTY, J. R., et al. “Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer” Fifth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2008
5. KERN, Donald Q. “Procesos de Transferencia de Calor”. México D. F.: Compañía Editorial Continental, 1965.
6. TURTON, Richard. “Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes” Third Edition. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2009.

#### 7. Herramientas técnicas de soporte para la enseñanza

Consulta de los materiales del curso, textos, tablas, gráficas, etc. en la plataforma google classroom

Exposición de los temas por parte del profesor

Solución de problemas propuestos

Lecturas de artículos técnicos seleccionados

Casos de estudio a ser resueltos en grupos de trabajo

**8. Trabajos en laboratorio y proyectos**

Práctica sobre evaporación que consta de tres componentes: Preinforme, operación del equipo paso por paso, e informe final.

Proyecto individual de ahorro a nivel doméstico por parte de cada estudiante y su familia en los consumos de energía eléctrica, agua, y gas domiciliario, a lo largo del semestre.

**9. Métodos de aprendizaje**

Presentación de los conceptos con un adecuado balance entre el conocimiento científico y el mundo real de las industrias químicas.

Antes de cada examen parcial se llevan a cabo talleres presenciales voluntarios con los estudiantes, con el objeto de resolver dudas acerca de los contenidos y de los problemas propuestos. Después del examen, éste se revisa punto por punto individualmente con cada estudiante, lo cual permite poner en práctica acciones correctivas oportunamente.

**10. Métodos de evaluación**

Como mínimo se requieren tres evaluaciones parciales