UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA FACULTAD DE INGENIERÍA	Código: **Q1811** Programa de: **Tecnología del Calor**
Fecha Actualización: 02/02/2024	

CARRERAS PARA LAS QUE SE DICTA

Carrera	Plan	Carácter	Cantidad de Semanas		Año	Semestre
Ingeniería Química	2018	**Obligatoria**	Totales: 0		**4**	**7**
			Clases:	Evaluaciones:		

CORRELATIVIDADES

PARA CURSAR	PARA APROBAR
Química: Q1801 - Termodinámica de Ingeniería Quimica I **Aprobada** Q1804 - Transferencia de Cantidad de Movimiento **Aprobada** Q1805 - Simulación de Procesos I **Aprobada** Q1806 - Termodinámica de Ingeniería Química II **Regularizada** Q1807 - Transferencia de Energía y Materia **Regularizada** Q1808 - Simulación de Procesos II **Regularizada**	**Química:** Q1806 - Termodinámica de Ingeniería Química II **Aprobada** Q1807 - Transferencia de Energía y Materia **Aprobada** Q1808 - Simulación de Procesos II **Aprobada**

DATOS GENERALES

Departamento: **Quimica**
Área: **Sin Area**
Tipificación: Tecnologicas Aplicadas

HORAS BLOQUE

Bloque de CB	Matemática	**0.0**
	Física	**0.0**
	Química	**0.0**
	Informática	**0.0**
	Total	**0**
Bloque de TB	**0.0**	
Bloque de TA	**128.0**	
Bloque de Complementarias	**0.0**	
Total	**128**	

PLANTEL DOCENTE

Profesor Titular: **Mariani Néstor Javier**

Profesor Titular: **Martínez Osvaldo Miguel**

Jefe de Trabajos Prácticos: **Torres Gimena**

Jefe de Trabajos Prácticos: **Volpe Giangiordano María Florencia**

Ayudante Diplomado: **Suarez Felipe**

Ayudante Diplomado: **Escalada Carlos**

Ayudante Alumno: **Mazzacane Carla**

Ayudante Alumno: **González Agustín Luciano**

CARGA HORARIA

HORAS DE CLASE

Totales: **128**	Semanales: **8**

TEORÍA	PRÁCTICA	TEORÍA	PRÁCTICA
64.0	**64.0**	**4**	**4**

FORMACIÓN PRÁCTICA

Formación Experimental	Resol. de Problemas	Proyecto y Diseño	PPS
0.0	**16.0**	**10.0**	**0.0**

TOTAL COMPUTABLES	HORAS DE ESTUDIO ADICIONALES (NO ESCOLARIZADAS)
128.0	**0.0**

OBJETIVOS:

El objetivo de la asignatura es alcanzar el conocimiento de las características generales, procedimientos de cálculo, selección y utilización de los equipos de intercambio térmico que se emplean en las plantas de procesos químicos. Asimismo, se propone introducir el concepto de aprovechamiento racional de la energía a lo largo de toda la asignatura, y en un capítulo en particular, y mostrar la integración de los equipos de intercambio térmico en el contexto general de las plantas de procesos químicos.

PROGRAMA SINTÉTICO:

- Introducción general a equipos de intercambio térmico. Ecuaciones básicas de equipos de intercambio térmico: balances de energía y ecuaciones de diseño. Métodos para el análisis de equipos de intercambio térmico. Superficies extendidas.- Equipos de intercambio térmico sin cambio de fase. Intercambiadores de doble tubo. Intercambiadores de tubo y coraza. Descripción general. Normas TEMA. Procedimientos para la verificación y diseño de intercambiadores de tubo y coraza. Intercambiadores de placas. Descripción general. Procedimiento de cálculo. Otros tipos de intercambiadores. Selección.- Equipos de intercambio térmico con cambio de fase. Condensadores. Condensación de sustancias puras, mezclas multicomponentes y en presencia de no-condensables. Condensadores de tubo y coraza: características generales y procedimientos de cálculo. Vaporizadores. Rehervidores: características generales y procedimientos de cálculo. Evaporadores: características generales. Evaporadores de múltiple efecto: alternativas y procedimiento de cálculo.- Equipos de intercambio térmico con calentamiento directo por combustión. Combustión: cálculos estequiométricos y termodinámicos. Hornos de proceso. Usos y clasificación. Características generales. Procedimiento de cálculo.- Utilización racional de la energía. Aislación térmica. Tipos de aislantes y rangos de aplicación. Evaluación de los requerimientos de aislación. Consideraciones económicas.

PROGRAMA ANALÍTICO: AÑO DE APROBACIÓN: 2016

UNIDAD 1: INTRODUCCION GENERAL A EQUIPOS DE INTERCAMBIO TERMICO
Equipos de intercambio térmico: clasificación, usos, ubicación en las plantas de proceso.
Ecuaciones básicas de equipos de intercambio térmico: balances de energía y ecuaciones de diseño.
Métodos para el análisis de equipos de intercambio térmico: Ft-LMTD y epsilon-NTU. Revisión de mecanismos de transferencia de calor. Coeficiente global de transferencia de calor. El factor de ensuciamiento. Resistencia controlante.
Superficies extendidas. Tipos y características generales. Evaluación de eficiencia de aleta. Incorporación de la eficiencia de aleta en la ecuación de diseño.

UNIDAD 2: EQUIPOS DE INTERCAMBIO TERMICO SIN CAMBIO DE FASE
Características generales. Ventajas y desventajas. Selección.

2.1.- INTERCAMBIADORES DE DOBLE TUBO
Descripción general. Cálculo de los coeficientes de transferencia de calor. Evaluación de pér-dida de carga. Diseño y verificación. Equipos en serie-paralelo. Intercambiadores de doble tubo con superficies extendidas y multitubos.

2.2.- INTERCAMBIADORES DE TUBO Y CORAZA
Introducción. Descripción general. Pasos múltiples. Normas TEMA. Clasificación y denominación. Tipos de corazas, de cabezal anterior y de retorno (fijos, tubos en U y flotantes). Tubos: denominación por diámetro (normas BWG), materiales. Otros aspectos generales de la construcción del intercambiador.
Diseño y verificación. Información disponible y requisitos a cumplir.
Criterios de selección para el diseño: selección de coraza y cabezales, ubicación de los fluidos, características de los tubos y el mazo, tamaño de coraza, número de pasos por tubos y por coraza, tipos de deflectores, ventajas y desventajas.
Elementos de cálculo en intercambiadores de tubo y coraza. Coeficiente de transferencia de calor y evaluación de pérdida de carga del lado de los tubos.
Coeficiente de transferencia de calor y evaluación de pérdida de carga del lado de la coraza: método de Kern. Críticas al método de Kern. Método de Bell-Delaware.
Procedimiento para la verificación de un intercambiador de tubo y coraza. Procedimiento de diseño de un intercambiador de tubo y coraza.
Intercambiadores en serie y en paralelo.

2.3.- INTERCAMBIADORES DE PLACA
Características generales. Montaje del equipo y conexiones. Tipos de placas. Ventajas y desventajas respecto a los intercambiadores de tubo y coraza.
Cálculo de los coeficientes de transferencia de calor. Evaluación de pérdida de carga. Procedimientos de diseño y verificación. Equipos con más de un paso.

UNIDAD 3: EQUIPOS DE INTERCAMBIO TERMICO CON CAMBIO DE FASE

3.1.- CONDENSADORES
Características generales de procesos de condensación. Mecanismos de condensación sobre superficies: en película o en gotas. Tipos de condensadores: tubo y coraza, aerocondensadores, condensadores de placa, condensadores de contacto.
Condensación de corrientes de sustancias puras. Coeficiente de transferencia de calor en condensación. Teoría de Nusselt. Aspectos no considerados en la teoría de Nusselt. Condensación en tubos verticales. Condensación en el exterior de tubos horizontales. Condensación en el interior de tubos horizontales. Tipos de flujo. Pérdida de carga en procesos con condensación. Condensadores de tubo y coraza. Diferentes tipos. Ventajas y desventajas. Métodos de cálculo para condensadores con corrientes de sustancias puras. Condensaciones totales o parciales. Condensación y subenfriamiento. Desobrecalentamiento y condensación.
Condensación en presencia de sustancias no condensables. Métodos de cálculo.
Condensación de una corrientes con mezcla multicomponente. Método de cálculo de Bell-Ghaly.

3.2.- VAPORIZADORES
Clasificación de acuerdo a los objetivos dentro de las plantas de proceso.
El fenómeno de ebullición. Ebullición sin flujo de fluido. Correlaciones del coeficiente de transferencia de calor para la zona de ebullición nucleada y para evaluación del flujo crítico de calor. Sistemas con flujo de fluido. Ebullición y convección combinadas. Tipos de flujo.
Rehervidores. Diferentes tipos: ventajas y desventajas de cada uno. Rehervidor tipo marmita. Características generales. Elementos y metodología de cálculo. Diseño y verificación. Rehervidor de termosifón vertical. Características generales. Elementos y metodología de cálculo. Diseño y verificación.
Evaporadores. Características generales. Diferentes tipos de evaporadores: ventajas y desventajas. Utilización racional de la energía en evaporadores. Evaporadores de múltiple efecto. Evaporadores de recompresión de vapor. Comparación con evaporadores de simple efecto. Métodos de alimentación en evaporadores de múltiple efecto. Metodología de cálculo de evaporadores de múltiple efecto.

UNIDAD 4: EQUIPOS DE INTERCAMBIO TERMICO CON COMBUSTION
Introducción general. Equipos donde se emplea la combustión. Características generales y fines.

4.1.- COMBUSTION
Combustión. Generalidades. Combustión de hidrocarburos. Aspectos físicos y químicos de la combustión. Poder calorífico superior e inferior. Estequiometría de la combustión. Combustión con aire teórico y exceso de aire. Factor de exceso de aire. Volumen y composición de gases de combustión. Temperatura adiabática de llama. Quemadores. Tipos y características generales. Difusionales y premezcla. Atomización con flujo auxiliar.

4.2. HORNOS DE PROCESO
Utilización y clasificación de acuerdo a los fines en las plantas de proceso. Características generales. Descripción. Tipos de Hornos. Clasificación y selección.
Balances globales de energía.
Elementos de cálculo. Transferencia de calor en zona radiante. Revisión de radiación. Aplicación en un horno. Modelos. Zona convectiva.
Pérdida de carga. Chimenea: tiro. Estimación de pérdida de carga.
Combustibles y combustión. Influencia en un horno. Ubicación de los quemadores.
Verificación de un horno existente. Diseño de un horno. Criterios para el diseño.

UNIDAD 5: UTILIZACION RACIONAL DE LA ENERGIA
Utilización racional de la energía. Aislación térmica. Materiales aislantes. Características re-queridas. Clasificación de materiales aislantes. Camisa protectora de la aislación. Aislación por vacío. Espesor de aislación. Criterios para calcular el espesor de aislación: criterios técnicos y criterios económicos. Consideraciones prácticas para la aislación térmica.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

Se realizarán en la asignatura Laboratorio de Ingeniería Química

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

ENFOQUE PARA DESARROLLAR LOS CONTENIDOS. El desarrollo del programa de la asignatura tendrá como objetivo prioritario proporcionarle al alumno el aprendizaje y la práctica de los conceptos básicos y fundamentos metodológicos para encarar el análisis, selección, diseño y verificación de equipos en los cuales se llevan a cabo procesos de intercambio térmico y presentar en que contexto son empleados estos equipos en la industria de procesos. Teniendo en cuenta el fin propuesto se debe inducir al alumno a aplicar conocimientos adquiridos previamente, mecanismos de transferencia de calor y formulación de balances de energía, en un equipo determinado, donde los procesos de transferencia térmica juegan un papel determinante. De esta forma se busca insertar la asignatura en el contexto de la carrera, al establecer los fuertes vínculos que tiene con materias precedentes (Termodinámica de Ingeniería Química I y II, Transferencia de Cantidad de Movimiento, Transferencia de Energía y Materia). MODALIDAD PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA. El proceso de enseñanza se asentará en diferentes aspectos que serán desarrollados en forma complementaria. I) Clases teórico-prácticas El contenido de la Asignatura se desarrollará a través de clases teórico-prácticas. En las mismas se pondrá especial énfasis en los aspectos conceptuales de la asignatura pero, por las características de la misma, también será importante incluir aspectos descriptivos de diversos tipos de equipos y las ventajas e inconvenientes de cada uno, induciendo criterios de comparación y selección, cuando se pueden emplear equipos de diferentes características para un mismo fin. Se presentarán las metodologías de cálculo para llevar a cabo el diseño o verificación de equipos de intercambio térmico. Asimismo, se plantearán problemas, y se discutirán las soluciones a los mismos, tendientes a reafirmar los aspectos conceptuales y a desarrollar criterios que permitan enfrentar situaciones que el alumno puede encontrar en la práctica profesional. II) Problemas de ejercitación Los problemas de ejercitación serán agrupados temáticamente y tendrán un doble objetivo: en primer lugar reafirmar conceptos teóricos y, además, desarrollar las

metodologías necesarias para el cálculo o verificación de equipos. Se buscará inducir el planteo y análisis de cuales son los diferentes métodos de cálculo, pero no proponer para todas las instancias la realización de cálculos extensos que puedan ser realizados empleando simuladores comerciales. Se dispondrá de horarios de consultas, que servirán de apoyo a los alumnos para la resolución de los problemas de ejercitación, y también para evacuar dudas conceptuales.III) Utilización de simuladores y prácticas de laboratorio La utilización de simuladores comerciales es corriente para el diseño y verificación de equipos de transferencia de calor. El empleo de este tipo de herramienta es de interés y será utilizado en la medida en que sea factible su adquisición. Teniendo en cuenta la incorporación de la asignatura Laboratorio de Ingeniería Química en el Plan de estudios, se llevará a cabo una articulación estrecha con la misma a fin alcanzar un proceso de enseñanza integrado y eficiente.

ACTIVIDADES EXTRACURRICULARES SISTEMATIZADAS:

No se encontró contenido para esta sección.

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

La metodología de evaluación se corresponde exactamente con el procedimiento establecido en la Ordenanza 028/02 de la Facultad de Ingeniería (UNLP).

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

No se encontró contenido para esta sección.

BIBLIOGRAFÍA:

BIBLIOGRAFÍA GENERAL:
- Cao, E. ; "Intercambiadores de Calor". Editado por Fac. de Ingeniería (UBA) - 1983. Biblioteca Central - FI (UNLP).
- Hewitt, G.F., Sires, G.L., Bott, T.R.; "Process Heat Transfer" CRC Press - 1994 Biblioteca del DIQ - FI (UNLP).
- Kern, Donald ; "Procesos de Transferencia de Calor" CECSA - 1965. Biblioteca del DIQ - FI (UNLP).

Complementaria:
- Kakac, S. (Editor) ; "Boilers, Evaporators and Condensers" J. Wiley - 1991. Biblioteca del DIQ - FI (UNLP).
- Mariani, N.J., Martínez, O.M. ; "Aislación Térmica". Departamento de Ing. Química FI (UNLP) - 1995. Biblioteca del DIQ - FI (UNLP)
- Rohsenow, W.M., Hartnett, J.P., Ganic, E.N. "Handbook of Heat Transfer Fundamentals" and "Handbook of Heat Transfer Applications". McGraw-Hill - 1985. Biblioteca del CINDECA - FCE (UNLP).

EJES Y ENUNCIADOS MULTIDIMENSIONALES Y TRANSVERSALES:

No se encontró contenido para esta sección.

MATERIAL DIDÁCTICO:

Se publicaron los siguientes apuntes de Cátedra (disponibles en la Biblioteca del Departamento de Ingeniería Química- FI-UNLP)- Aislación térmica N.J.Mariani, O.M.Martínez Departamento de Ingeniería Química, Fac. de Ingeniería (UNLP) (1995)- Utilización del simulador de procesos CHEMCAD para resolver problemas de transferencia de calor. Parte I: aplicación al diseño y verificación de equipos sin cambio de fase N.J.Mariani, S.D.Keegan, F. Sakson, O.M.Martínez Departamento de Ingeniería Química, Fac. de Ingeniería (UNLP) (1998) Se generó todo el material utilizado como Problemas de Ejercitación, el cual es distribuido entre los alumnos al desarrollar cada tema.

ACTIVIDAD LABORATORIO-CAMPO: