



POSADAS, 03 DIC 2007

**VISTO:** El Expte. N° 818-"Q"/07 cuya carátula dice "Departamento Ingeniería Química e/ Programas y Reglamentos de cátedras"; y

**CONSIDERANDO:**

**QUE** de acuerdo a la nota presentada por la Dirección del Departamento (Fojas 1 y 2) corresponden a las siguientes asignaturas y que fueron aprobados por el Consejo Departamental: Fundamentos de Transferencia de Cantidad de Movimiento, Operaciones de Transferencia de Cantidad de Movimiento, Fundamentos de Transferencia de Calor y Masa, Operaciones de Transferencia de Masa, Operaciones de Transferencia de Calor, Operaciones de Transferencia de Masa y Energía, Ingeniería de las Reacciones I, Ingeniería de las Reacciones II, Economía, Organización y Legislación, Informática Básica, Control de Procesos, Ciencia de los Materiales, Introducción a la Ingeniería Química, Estadística Aplicada, Ingeniería Bioquímica, Biotecnología Molecular, Ingeniería de las Bioseparaciones, Marketing, Entorno Económico de los Negocios, Biotecnología, Informática Aplicada y Optimización;

**QUE** la Comisión de Asuntos Académicos en su Despacho N° 091/07 dice lo siguiente: "Se sugiere la aprobación de los Programas y Reglamentos de las asignaturas consignadas en la nota N° 1941 del Departamento de Ingeniería Química (fojas 238)";

**QUE** puesto a consideración del Honorable Consejo Directivo en la VI Sesión Ordinaria, realizada el 28 de noviembre del cte. año, se aprueba el despacho de Comisión;

**POR ELLO:**

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES**

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1º: APROBAR** para los años 2007/2008 los **Programas y Reglamentos de las Asignaturas del** Departamento de Ingeniería Química de la **CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**, a saber:

**FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO  
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO  
FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA  
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA  
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR  
OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA Y ENERGÍA  
INGENIERÍA DE LAS REACCIONES I**

  
Prof. GRACIELA E. SKLEPEK  
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO  
Facultad de Ciencias Exactas  
Químicas y Naturales  
U. Na. M.

273-07

  
Lic. MARTA E. YAJIA  
Presidente Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales



///...

INGENIERÍA DE LAS REACCIONES II  
ECONOMÍA, ORGANIZACIÓN Y LEGISLACIÓN  
INFORMÁTICA BÁSICA  
CONTROL DE PROCESOS  
CIENCIA DE LOS MATERIALES  
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA QUÍMICA  
ESTADÍSTICA APLICADA

**Orientación en Biotecnología**

INGENIERÍA BIOQUÍMICA  
BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR  
INGENIERÍA DE LAS BIOSEPARACIONES

**Asignaturas optativas**

MARKETING  
ENTORNO ECONÓMICO DE LOS NEGOCIOS  
BIOTECNOLOGÍA  
INFORMÁTICA APLICADA  
OPTIMIZACIÓN

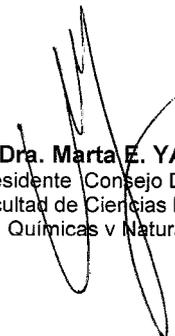
y que los cuales pasan a formar parte de la presente resolución como Anexo I.

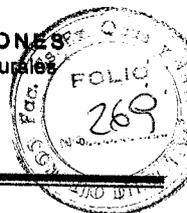
**ARTÍCULO 2º: REGISTRAR.** Notificar al Señor Decano. Comunicar. Cumplido. **ARCHIVAR.**

RESOLUCIÓN CD N° 273-07

evp

  
Prof. Graciela E. SKLEPEK  
Secretaría Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales

  
Dra. Marta E. YAJIA  
Presidente Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales



<b>PROGRAMA 2007</b>			
<b>Asignatura</b>		<b>OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR</b>	
<b>CARRERA</b>		<b>INGENIERIA QUIMICA</b>	
<b>AÑO del Plan</b>		<b>2003</b>	
<b>Departamento</b>		<b>INGENIERIA QUIMICA</b>	
<b>REGIMEN DE DICTADO</b>		<b>Cuatrimestral</b>	
<b>DOCENTES</b>	<b>Apellido y Nombres</b>	<b>Cargo y Dedicación</b>	<b>Función en la Cátedra</b>
	Linares, Andrés Ramón	Profesor Titular (10 Hs / semana)	Titular
	Albani, Oscar Alfredo	Profesor Adjunto (20 Hs/semana)	Adjunto
	Hase, Sandra Liliana	Profesor Adjunto (10 Hs / semana)	Ajunto
	María Marcela Brousse	Ayudante Primera Exclusiva (10 Hs/semana)	Ayudante 1ª
<b>CRONOGRAMA: Distribución de modalidad de Dictado</b>	2 clases teórico-prácticas semanales de 3 hs. cada una	Semana 1 – Aislantes y Aislaciones Semana 2 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor I Semana 3 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor II Semana 4 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor III Semana 5 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor IV Semana 6 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor IV Semana 7 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor V Semana 8 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor V Semana 9 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor VI. Semana 10 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor VII Semana 11 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor VIII Semana 12 - Operaciones Misceláneas: Reducción de Tamaños de Sólidos Semana 13 - Tamizado Semana 14 y 15: Viaje a industrias para observar el funcionamiento de equipos.	

<b>FUNDAMENTACION</b>	<p>El Ingeniero Químico en el ejercicio de su profesión, tiene competencia para el diseño de equipos de transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa. Esta asignatura dentro de la curricula de la carrera tiene la misión de suministrar al alumno las herramientas necesarias para el diseño de equipos de transferencia de calor.</p>
-----------------------	---

Prof. GRACIELA E. SKLEPEK  
 SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO  
 Facultad de Ciencias Exactas  
 Químicas y Naturales  
 U. Na. M.

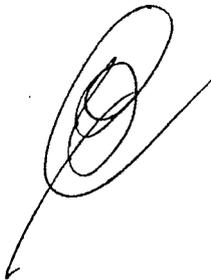
273-074

Lic. MARTA E. YAJIA  
 Presidente Consejo Directivo  
 Facultad de Ciencias Exactas,  
 Químicas y Naturales



<b>OBJETIVOS</b>	Explicar y caracterizar los fenómenos de transferencia de calor y sus principales aplicaciones científicas y tecnológicas. Explicar y caracterizar la tecnología actual de la transferencia de calor y sus tendencias. Diseñar y seleccionar, mediante una adecuada metodología, el equipo utilizado en las operaciones de transferencia de calor.
<b>CONTENIDOS</b>	Aislantes y aislaciones. Clasificación de equipos de transferencia de calor. Intercambiadores de calor tubulares: doble tubo, coraza y tubos; características y normas de construcción. Diseño térmico. Intercambiadores de calor de placas: características constructivas y diseño. Intercambiadores de superficies extendidas. Evaporadores: tipos y aplicaciones. Diseño y cálculo de evaporadores de simple y múltiple efecto; cristalizadores: cristalización a partir de soluciones. Descripción y funcionamiento de los distintos tipos de cristalizadores. Diseño y cálculo. Operaciones misceláneas: reducción de tamaño de sólidos. Tamizado.
<b>MODULOS</b>	Tema 1 – Aislantes Y Aislaciones Tema 2 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor I Tema 3 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor II Tema 4 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor III Tema 5 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor IV Tema 6 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor V Tema 7 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor VI. Tema 8 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor VII Tema 9 – Diseño de Equipos de Transferencia de Calor VIII Tema 10: Operaciones Misceláneas: Reducción de Tamaños de Sólidos. Tamizado

273-07



Prof. GRASIEVA-E. SKLEPEK  
SECRETARÍA CONSEJO DIRECTIVO  
Facultad de Ciencias Exactas  
Químicas y Naturales  
U. N. M.



Lic. MARTA E. YAJIA  
Presidente Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales



**CONTENIDOS  
POR UNIDAD**

**TEMA 1 – AISLANTES Y AISLACIONES**

Materiales aislantes y refractarios: propiedades y aplicaciones. Espesor económico de un aislante: criterios económicos para la selección. Práctica de la aislación térmica: Equipos y tuberías. Aislaciones de altas y bajas temperaturas.

**TEMA 2 – DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR I**

Clasificación de los equipos de transferencia de calor. Métodos de análisis de intercambiadores de calor:  $\epsilon$  - NTU; P-NTU y  $Y'$  - NTU.

**TEMA 3 – DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR II**

Intercambiadores tubulares: de doble tubo, de coraza y tubos. Características y componentes. Normas para equipos: especificaciones y tolerancias. Diseño térmico e hidrodinámico.

**TEMA 4 – DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR III**

Intercambiadores de calor de placas. Intercambiadores de calor en espiral. Sistemas con superficies extendidas. Intercambiadores de contacto directo.

**TEMA 5 – DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR IV**

Transferencia de calor con cambio de fase. Condensación. Mecanismos físicos. Condensación en película laminar en una placa vertical. Condensación en película turbulenta. Condensación en película sobre sistemas radiales. Condensación en el interior de tubos horizontales. Condensación en gotas. Condensación en presencia de incondensables. Condensadores: verticales y horizontales. Condensadores subenfriadores. Diferencia de temperatura balanceada. Diseño de equipos de condensación.

**TEMA 6 – DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR V**

Transferencia de calor con cambio de fase. Ebullición: modos de ebullición. Ebullición en recipiente: ebullición en convección libre, ebullición nucleada y ebullición en película. Correlaciones. Ebullición en convección forzada. Flujo bifásico. Evaporadores: tipos y aplicaciones. De circulación forzada, de tubos largos, de tubos cortos, horizontales, de placas, de película agitada, etc. Transferencia de calor en evaporadores. Disposición de los evaporadores: simple efecto y múltiple efecto. Diseño y cálculo de evaporadores. Aspectos económicos de la evaporación.

**TEMA 7 – DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR VI**

Cristalización a partir de soluciones: Teoría de Myers, velocidad de crecimiento. Nucleación. Cristalización de sustancias fundidas. Cristalizadores: de suspensión mezclada, evaporadores-cristalizadores de circulación forzada, de magma coniesférico, de tubos de arrastre, de enfriamiento por contacto directo, de superficies enfriadas, de superficies rascadas, etc. Diseño y cálculo de cristalizadores.

**TEMA 8 – DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR VII**

Equipos para el calentamiento y enfriamiento de sólidos. Calentamiento de sólidos granulares.

**TEMA 9 – DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR VIII**

Hornos: descripción de los principales hornos de la industria de procesos. Materiales de construcción, dispositivos mecánicos. Condiciones de combustión. Diseño térmico y operación de hornos.

**TEMA 10: OPERACIONES MISCELANEAS**

**REDUCCIÓN DE TAMAÑOS DE SÓLIDOS**

Propiedades de los sólidos. Trabajo requerido para la reducción de tamaño, determinación de la potencia de los equipos. Equipamiento para la trituración y molienda: clasificación, características de los principales equipos. Circuitos de molienda.

**TAMIZADO**

Definiciones. Equipos utilizados en la clasificación por tamizado. Eficiencia.

Prof. GRACIELA E. SKLEPEK  
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO  
Facultad de Ciencias Exactas  
Químicas y Naturales  
U. N. M.

Lic. MARTA R. YAJIA  
Presidenta Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales



ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	
	<ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="638 302 1493 403">1. CLASES TEORICAS: En ellas se desarrollaran los principios y fundamentos de la transferencia de calor, las técnicas de formulación y de resolución de problemas.-</li><li data-bbox="638 403 1493 604">2. CLASES DE COLOQUIOS: Se aplicarán los principios de transferencia de calor a problemas concretos, haciendo hincapié en las técnicas de resolución de las ecuaciones obtenidas en la formulación y la aplicación de métodos numéricos que permitan el uso de programas de computadoras en la resolución de los problemas.</li><li data-bbox="638 604 1493 698">3. CLASES PRÁCTICAS: Se realizaran experiencias en laboratorios o en planta piloto para demostrar o aplicar los principios de transferencia de calor.</li></ol>

273-07



Prof. GRACIELA E. SKLEPEK  
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO  
Facultad de Ciencias Exactas  
Químicas y Naturales  
U. Na. M.



Lic. MARTA E. YAJIA  
Presidente Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales



<b>SISTEMA DE EVALUACION</b>	<b>DE LA PROMOCION:</b>
	<p>La promoción de la asignatura se podrá realizar mediante:</p> <p><b>PROMOCION DE LOS TRABAJOS PRACTICOS:</b></p> <p>Los trabajos prácticos se aprueban individualmente mediante la presentación de los informes correspondientes.-</p> <p><b>2.- PROMOCION DE COLOQUIOS :</b></p> <p>Los coloquios se promocionarán mediante exámenes parciales de resolución de problemas sobre los temas de cada una de las partes en que se dividirá el programa a tal efecto.-</p> <p>Los exámenes parciales de promoción de los coloquios se referirán a los temas:</p> <p>1.- Unidades 1, 2, 3 y 4 2.- Unidades 5, 6, 7, 8, 9 y 10</p> <p>Para la aprobación de los respectivos parciales se deberá obtener una calificación de 60 (sesenta) puntos sobre una escala de 100 (cien). De no obtener este puntaje en un parcial el alumno tendrá derecho a "un" examen recuperatorio, , que se tomará después de rendir el segundo parcial.-</p> <p>Para la aprobación de los coloquios de la asignatura se deberán aprobar los dos parciales.</p> <p><b>PROMOCION DE LA ASIGNATURA:</b> Para poder optar por la promoción de la asignatura el alumno deberá cumplir con las condiciones establecidas en las reglamentaciones de la Facultad para la promoción.</p> <p>La promoción de la asignatura se hará mediante dos exámenes que contemplen los aspectos teóricos de la misma:</p> <p>1.- Unidades 1, 2, 3 y 4 2.- Unidades 5, 6, 7, 8, 9 y 10</p> <p>Para la aprobación de los respectivos parciales de promoción se deberá obtener una calificación de 60 (sesenta) puntos sobre una escala de 100 (cien). De no obtener este puntaje en un parcial el alumno tendrá derecho a "un" examen recuperatorio, , que se tomará después de rendir el segundo parcial.-</p> <p>Para poder optar por la promoción de la asignatura los alumnos deberán tener aprobados todos los parciales de coloquios de las partes correspondientes.-</p> <p><b>DEL EXAMEN FINAL:</b></p> <p>En caso que el alumno no opte por la promoción de la asignatura deberá rendir un examen final en los turnos de exámenes establecidos en el Calendario Académico de la Facultad.-</p> <p>Los exámenes Finales constarán de dos partes:</p> <p><b>PARTE PRACTICA:</b> Constará de la resolución de problemas sobre los temas correspondientes a los coloquios de la asignatura.-</p> <p><b>PARTE TEORICA:</b> Constará de preguntas sobre aspectos teóricos y metodológico de la asignatura.-</p>

Prof. CRACIELA E. SKLEPEK  
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO  
Facultad de Ciencias Exactas  
Químicas y Naturales  
U. Na. M.

273-07

Lic. MARTA E. YAJIA  
Presidente Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales



<b>BIBLIOGRAFIA GENERAL</b>	<b>BIBLIOGRAFIA:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Arpaci V.S., Conduction Heat Transfer. Adison Wesley 1966</li> <li>2) Cao E., Intercambiadores de calor. Edigem</li> <li>3) Cavaseno V. Process Heat Transfer. Chemical Engineering. Mc. Graw Hill.1979</li> <li>4) Costa Novella E. y otros. Ingeniería Química 4 Transmisión del calor . Alambra 1986</li> <li>5) Geankoplis C.J. Proceso de transporte y Operaciones C.E.C.S.A.1982</li> <li>6) Gray W.A. Kilham J.K., Muller R. Heat Transfer. From Flames. Elek Science. 1976</li> <li>7) Gray W. A. Muller R., Engineering Calculations in Radiative Heat Transfer. Pergamon Press. 1974.-</li> <li>8) Incropera F.P. y de Witt D. P. Fundamentals of Heat Exchanger and Mass Transfer. 3<sup>rd</sup>. John Wiely and Sons. 1964.</li> <li>9) Kays W. And London A.L, Compact Hit Exchanger. Mc Graw Hill 1964.</li> <li>10) Kern D.Q. Procesos de transferencia de Calor C.E.C.S.A. 1974</li> <li>11) Kreith F. and Bohn M.S. Principles of Heat Transfer.5<sup>th</sup> . West Publishing Co 1993</li> <li>12) Kreith F. Principios de transferencia de calor. Herrero Hnos. 1970.</li> <li>13) Mc. Cabe W.L. Smith J.C. Operaciones Unitarias de Ingeniería Química Vol I y Vol II. Reverté.1978.-</li> <li>14) Ozisik N., Transferencia de calor. Mc. Graw Hill Latinoamericana</li> <li>15) Palen J. W. Heat Exchanger Sourcebook. Hemisphere Publishing Co 1986.</li> <li>16) Perry R. H. Chemical Engineer's Handbook. 6<sup>th</sup> Mc Graw Hill.</li> <li>17) Rohsenow W. M., Hartnet J.P. Ganic E. N. Handbook of Heat Transfer Operations. Mc. Graw Hill 1985</li> <li>18) Siegel R. And Howell J.R. Thermal Radiation Heat Transfer. Hemisphere Publishing. Mc Graw Hill 1981</li> <li>19) TEMA. Standards of Tabular Exchanger Manufacturers Association. 7<sup>th</sup> . 1988</li> <li>20) Welty J.R. Transferencia de calor aplicada a la Ingeniería. Limusa 1978</li> <li>21) Yokell S.A. Working Guide to Shell and Tube Exchangers. Mc Graw Hill 1990.-</li> </ol>
-----------------------------	--

<b>BIBLIOGRAFIA POR UNIDAD</b>	El enfoque que se le da a la asignatura es absolutamente global y el manejo de la bibliografía se realiza de la misma manera, por esta razón no se establece la bibliografía por unidad.
--------------------------------	--

Prof. G. SKLEPEK  
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO  
Facultad de Ciencias Exactas  
Químicas y Naturales  
U. Na. M.

273-07

Lic. MARTA E. YAJIA  
Presidente Consejo Directivo  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales