



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES

Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales

Consejo Directivo

Félix de Azara Nº 1.552 - Posadas (Misiones)

+54 0376-4435099 Int. 146

"2024 - "AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA, LA
LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"26 JUN 2024
POSADAS,

VISTO: el expediente FCEQYN-S01:0000754/2024, referente al Programa de la asignatura "Operaciones de Transferencia de Calor" de la carrera Ingeniería Química; y

CONSIDERANDO:

QUE, desde el Departamento de Ingeniería Química se eleva el Programa de la asignatura "Operaciones de Transferencia de Calor" de la carrera Ingeniería Química.

QUE, la Secretaría Académica toma conocimiento del trámite y eleva al Honorable Consejo Directivo para su tratamiento.

QUE, la comisión de Asuntos Académicos emite el despacho Nº 098/24 en el que se sugiere Aprobar el Programa de la asignatura "Operaciones de Transferencia de Calor" de la carrera Ingeniería Química (Plan 2003).

QUE, el tema se pone a consideración en la III^a Sesión Ordinaria de Consejo Directivo realizada el 20 de mayo de 2024, aprobándose -por unanimidad y sin objeciones de los consejeros presentes- el despacho Nº 098/24 de la comisión de Asuntos Académicos.

Por ello:

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES
R E S U E L V E:**

ARTÍCULO 1º: APPROBAR por el período 2023-2026 el Programa de la asignatura "**Operaciones de Transferencia de Calor**" de la carrera Ingeniería Química (Plan 2003), el que se incorpora como Anexo de la presente Resolución.

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

RESOLUCION CD Nº 366-24
mle/PCD

Dra. Claudia Marcela MENDEZ
Secretaria Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

Dra. Sandra Liliana GRENON
Presidente Consejo Directivo
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales

VISTO: se deja expresa constancia que en la fecha se tomó conocimiento de la Resolución N° del Honorable Consejo Directivo de la FCEQyN de conformidad al Art. 1º inciso "c" de la Ordenanza N° 001/97.

26 JUN 2024

Dr. Dardo Andrea MARTI
Decano
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales



ANEXO RESOLUCION CD N° 366-24

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
 FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES**

PROGRAMA DE: OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

**Período:
 2023 - 2026**

CARRERA: INGENIERIA QUIMICA AÑO EN QUE SE DICTA: 4^{to} AÑO

PLAN DE ESTUDIO (año de aprobación) 2003 CARGA HORARIA 90 Horas

PORCENTAJE FORMACION TEÓRICA 50 % PORCENTAJE FORMACIÓN PRACTICA 50 %

DEPARTAMENTO: INGENIERIA QUÍMICA

PROFESOR TITULAR/Responsable de la Asignatura: Mgter. German Dario Byczko

CARGO Y DEDICACIÓN: Jefe de Trabajos Prácticos, dedicación simple

EQUIPO DE CÁTEDRA	CARGO Y DEDICACIÓN
1) Mgter. Germán Darío Byczko	Jefe de Trabajos Prácticos (dedicación simple)
2) Dra. Nancy Noelia Lovera	Jefe de Trabajos Prácticos (afectado, dedicación semi exclusiva)

RÉGIMEN DE DICTADO	Cuatrimestre 1º	Cuatrimestre 2º	RÉGIMEN DE EVALUACIÓN
Anual <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Promocional
Cuatrimestral <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

Atención: Marcar según corresponda con una "x"

OTRAS CARRERAS EN LAS QUE SE DICTA LA MISMA ASIGNATURA

Denominación Curricular	Carreras en que se dicta	Año del Plan de Estudios
1º		
2º		
3º		

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
 SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales
 UNaM

Dra. SANDRA LILIANA GRENON
 PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales
 UNaM



ANEXO RESOLUCION CD N° 366-24

CRONOGRAMA Distribución de modalidad de Dictado	Semana 1 Semana 2 Semana 3 Semana 4 Semana 5 Semana 6 Semana 7 Semana 8 Semana 9 Semana 10 Semana 11 Semana 12 Semana 13 Semana 14 Semana 15	Aislantes y aislaciones. Diseño de equipos de transferencia de calor I Diseño de equipos de transferencia de calor II Diseño de equipos de transferencia de calor III Diseño de equipos de transferencia de calor IV Diseño de equipos de transferencia de calor IV Diseño de equipos de transferencia de calor V Diseño de equipos de transferencia de calor V Diseño de equipos de transferencia de calor VI Diseño de equipos de transferencia de calor VII Diseño de equipos de transferencia de calor VIII Operaciones misceláneas. Reducción de sólidos Tamizado Viaje a industrias. Exámenes
FUNDAMENTACION		El Ingeniero Químico en el ejercicio de su profesión, tiene competencia para el diseño de equipos de transferencia de cantidad de movimientos, calor y masa. Esta asignatura dentro de la curricula de la carrera tiene la misión de suministrar al alumno las herramientas para el diseño de equipos de transferencia de calor.
OBJETIVOS		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 equipamiento utilizado en las operaciones de transferencia de calor.
CONTENIDOS MINIMOS		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.

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

Dra. SANDRA LIBIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



ANEXO RESOLUCION CD N°

366-24.

MODULOS	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 Tamaño de Sólidos. Tamizado.
---------	---

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

Dra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



ANEXO RESOLUCION CD N°

366-24

CONTENIDOS POR UNIDAD	TEMA 1 – ASILANTES Y ASILACIONES 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. <u>TEMA 2 - DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR I</u> Clasificación de los equipos de transferencia de calor. Métodos de análisis de intercambiadores de calor: NTU; P-NTU y I- NTU. <u>TEMA 3 - DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR II</u> intercambiadores tubulares: de doble tubo, de coraza y tubos. Características y componentes. Normas para equipos: especificaciones y tolerancias. Diseño térmico e hidrodinámico. <u>TEMA 4 - DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR III</u> intercambiadores de calor de placas. intercambiadores de calor en espiral. Sistemas con superficies extendidas. intercambiadores de contacto directo. <u>TEMA 5 - DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR IV</u> 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 subenfriados. Diferencia de temperatura balanceada. Diseño de equipos de condensación. <u>TEMA 6 - DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR V</u> 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. <u>TEMA 7 - DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR VI</u> 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. <u>TEMA 8 DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR VII</u> Equipos para el calentamiento y enfriamiento de sólidos. Calentamiento de sólidos granulares. <u>TEMA 9 - DISEÑO DE EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR VIII</u> 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. <u>TEMA 10: OPERACIONES MISCELANEAS</u> <u>REDUCCIÓN DE TAMAÑOS DE SÓLIDOS</u> 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. <u>TAMIZADO</u> Definiciones. Equipos utilizados en la clasificación por tamizado. Eficiencia.
-----------------------	--



ANEXO RESOLUCION CD N°

366-24.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	<ol style="list-style-type: none"> 1. CLASES TEORICAS: En ellas se desarrollarán los principios y fundamentos de la transferencia de calor, las técnicas de formulación y de resolución de problemas. 2. CLASES DE COLOQUIOS: Se aplicarán los principios de transferencia de calor a problemas concretos, haciendo hincapié en las técnicas tic resolución tic 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. 3. CLASES PRÁCTICAS: Se realizarán experiencias en laboratorios o en planta piloto o visitas a industrias para demostrar o aplicar los principios de transferencia de calor.
-----------------------------------	---

SISTEMA DE EVALUACION (7)	<p>DE LA PROMOCIÓN</p> <p>La promoción de la asignatura se podrá realizar mediante:</p> <p>1.-PROMOCION DE LOS TRABAJOS PRACTICOS: Los trabajos prácticos se aprueban individualmente mediante la presentación de los informes correspondientes, con un mínimo</p> <p>2.- PROMOCION DE COLOQUIOS: Los coloquios se promocionarán mediante exámenes parciales de resolución de proble-mas sobre los temas de cada una de las partes en que se dividirá el programa a tal efecto. - 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. Para la aprobación de los coloquios de la asignatura se deberán aprobar los dos parciales.</p> <p>3.-PROMOCION DE LA ASIGNATURA: 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. 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>
----------------------------------	---



ANEXO RESOLUCION CD N° 366-24

REGLAMENTO DE CÁTEDRA (8)	<p>REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Para obtener la regularidad en la asignatura Operaciones de Transferencia de Calor, el estudiante deberá cumplir con los siguientes requisitos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Estar en condiciones para cursar según régimen de correlativas.2. Tener el 80% de asistencia (todas las clases son de carácter obligatorio).3. Tener presentados y evaluados los informes escritos y orales de actividades prácticas. <p>REQUISITOS PARA OBTENER LA PROMOCION Para la promoción de la asignatura el/la alumno/a deberá:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Lograr la condición REGULAR2. Aprobar los 2 parciales (escritos) teórico-prácticos. <p>PARCIALES Para la aprobación de los parciales se debe obtener una calificación de 60 (sesenta) puntos sobre una escala de 100 (cien) tanto en la parte teórica como en la parte de resolución de problemas. De no obtener este puntaje, el estudiante tendrá derecho a un recuperatorio por cada parcial. En el mismo podrá rendir ambas partes o solo la que no aprobó. El estudiante podrá aprobar la parte práctica de ambos parciales sin aprobar la parte teórica (Promoción de Trabajos Prácticos).</p> <p>EXAMEN FINAL Para la aprobación de los exámenes finales se debe obtener una calificación de 60 (sesenta) puntos sobre una escala de 100 (cien) tanto en la parte teórica como en la parte práctica.</p>
---------------------------	--

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM

Jra. SANDRA LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



ANEXO RESOLUCION CD N°

366-24

BIBLIOGRAFIA OBLIGATORIA

1. Barbosa-Cánovas G.V. Nonthermal Preservation of Foods. CRC Press. 1998.
2. Brennan J.G.; Butters, J.R. ; Cowell, N.O. and Iilley; A.E.V. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia. 1998.
3. Cao E., Intercambiadores de calor. Edigem
4. Earle, R.L. with Earle. M.D. Unit Operations in Food Processing.
<http://www.nzifst.org.nz/unitoperations/contents.htm>
5. Geankoplis C.J. Proceso de transporte y Operaciones C.E.C.S.A.1982
6. Kays W. And London A.L, Compact Heat Exchanger. Me Graw Hill 1964.
7. Kerm O.O. Procesos de transferencia de Calor C.E.C.S.A. 1974
8. Kreith F. and Bohn M.S. Principles of Heat Transfer. 5th WestPublishing Co 1993
9. Kreith F. Principios de transferencia de calor. Herrero Hnos. 1970.
10. Me. Cabe W.L. Smith J.C. Operaciones Unitarias de Ingeniería Química Vol 1 y Vol 11. Reverté.1978.-
11. Mersmann A. Crystallization Technology Handbook. Marcel Oekker. 1995
12. Perry R. H. Chemical Engineer's Handbook. 6th Me Graw Hill.
13. Singh, R.Paul and Heldman Dennis R. Introduction to Food Engineering. Academic Press. 1993.
14. TEMA. Standards of Tabular Exchanger Manufacturers Association. 7th
15. IYokell S.A. Working Guide to Shell and Tube Exchangers. Me Graw Hill. 1990.-
16. Perry R. H. Chemical Engineer's Handbook. 6th Me Graw Hill.
17. Rohsenow W. M., Hartnett J.P. Ganic E. N. Handbook of Heat Transfer Operations. Me. Graw Hill 1985
18. Siegel R. And Howell J.R. Thermal Radiation Heat Transfer. Hemisphere Publishing. Me Graw Hill 1981
19. TEMA. Standards of Tabular Exchanger Manufacturers Association. 7th. 1988
20. Welty J.R. Transferencia de calor aplicada a la Ingeniería. Limusa 1978
21. Yokell S.A. Working Guida to Shell and Tube Exchangers. Me Graw Hill 1990.-

Dra. CLAUDIA MARCELA MENDEZ
 SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales
 UNAM

Dra. SANDRA ELENA GRECO
 PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
 Facultad de Ciencias Exactas,
 Químicas y Naturales
 UNAM