



POSADAS, 26 JUN 2024

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 N° 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 IIIª Sesión Ordinaria de Consejo Directivo realizada el 20 de mayo de 2024, aprobándose -por unanimidad y sin objeciones de los consejeros presentes- el despacho N° 098/24 de la comisión de Asuntos Académicos.

Por ello:

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

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º: APROBAR 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 N° 366-24
mle/PCD

Dra. Claudia Marcela MENDEZ
Secretaría 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 Nº 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: **4º 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 Darío 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 | | | RÉGIMEN DE EVALUACIÓN |
|--|--|--|--|
| Anual <input type="checkbox"/> | Cuatrimstre 1º <input type="checkbox"/> | | Promocional |
| Cuatrimstral <input checked="" type="checkbox"/> | Cuatrimstre 2º <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 | | |

BYCZKO DR. CLAUDIA MARCELA MENDEZ

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



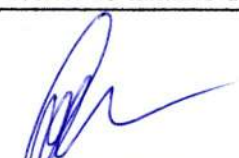
ANEXO RESOLUCION CD N° 366-24

| | | |
|---|-----------|--|
| CRONOGRAMA Distribución de modalidad de Dictado | Semana 1 | 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 sólidos |
| | Semana 13 | Tamizado |
| | Semana 14 | Viaje a industrias. |
| | Semana 15 | 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 LILIANA GRENON
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM



ANEXO RESOLUCION CD N° 366-24

| | |
|---------|--|
| MODULOS | <p>Tema 1 - Aislantes Y Aislaciones</p> <p>Tema 2 - Diseño de Equipos de Transferencia de Calor I</p> <p>Tema 3 - Diseño de Equipos de Transferencia de Calor II</p> <p>Tema 4 - Diseño de Equipos de Transferencia de Calor III</p> <p>Tema 5 - Diseño de Equipos de Transferencia de Calor IV</p> <p>Tema 6 - Diseño de Equipos de Transferencia de Calor V</p> <p>Tema 7 - Diseño de Equipos de Transferencia de Calor VI.</p> <p>Tema 8 - Diseño de Equipos de Transferencia de Calor VII</p> <p>Tema 9 - Diseño de Equipos de Transferencia de Calor VIII</p> <p>Tema 10 - Operaciones Misceláneas: Reducción de Tamaño de Sólidos. Tamizado.</p> |
|---------|--|


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.

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: NTU; P-NTU y I-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 subenfriados. 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.




ANEXO RESOLUCION CD Nº 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 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.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 problemas 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: 1.- Unidades 1, 2, 3 y 4 2.- Unidades 5, 6, 7, 8, 9 y 10 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: 1.- Unidades 1, 2, 3 y 4 2.- Unidades 5, 6, 7, 8, 9 y 10 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


Dra. 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. Brennam J.G.; Butters, J.R. ; Cowell, N.O. and lilley; 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. Kern 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 I y Vol 11. Reverté. 1978.-
11. Mersmann A. Crystallization Technology Handbook. Marcel Dekker. 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. Yokell 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., Hartnet 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 MARIANA GRECO
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO
Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales
UNaM