



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Rosario

Rosario, 14 de diciembre de 2023.-

VISTO el Expediente ID N° 8156526, relacionado con la presentación del Programa Analítico de la asignatura "Balance de Masa y Energía", correspondiente a la carrera Ingeniería Química – Plan 2023, y

CONSIDERANDO

Que la presentación realizada obedece a la implementación del nuevo Diseño Curricular aprobado por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional – Ordenanza CSU 1875.

Que dicho Programa Analítico cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza analizó el Expediente y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura "Balance de Masa y Energía" de la carrera Ingeniería Química– Plan 2023, que se agrega como Anexo I de la presente resolución.

ARTÍCULO 2°.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° 730

UTN
FRRo
C.D.
S.R.

Ing. Rubén Fernando CICCARELLI
Decano

Ing. Antonio Luis MUIÑOS
Secretario Académico

Carrera: Ingeniería Química
Asignatura: Balances de Masa y Energía
Programa analítico - Plan 2023 (Ord. N° 1875)

Datos administrativos de la asignatura

Nivel en la carrera:	III	Modalidad de dictado:	Anual
Plan:	2023	Tipo de asignatura:	De la especialidad
Bloque de conocimiento:	Tecnologías básicas		
Área de conocimiento:	Básicas de la especialidad		
Carga horaria presencial semanal:	3 hs. cátedra	Carga horaria total:	72 hs. reloj
Carga horaria no presencial semanal:	0 hs. reloj	% de horas reloj no presenciales:	0 %

Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursada/s:

- Química
- Sistemas de Representación
- Fundamentos de Informática
- Introducción a Equipos y Procesos
- Física II

Para cursar y rendir debe tener aprobada/s:

- Introducción a la Ingeniería Química
- Álgebra y Geometría Analítica
- Análisis Matemático I

Asignaturas correlativas posteriores

Asignatura/s que la requieren cursada:

- Diseño, simulación, optimización y seguridad de procesos
- Operaciones Unitarias I
- Tecnología de la Energía Térmica
- Ingeniería de las Reacciones Químicas
- Procesos Biotecnológicos
- Higiene y seguridad en el trabajo

Asignatura/s que la requieren aprobada:

- Control Automático de Procesos
- Ingeniería Ambiental
- Proyecto Final

Presentación. Fundamentación.

El correcto balance de materia y energía en todo proceso químico es fundamental para la

evaluación preliminar de factibilidad y costo de los mismos. Esta actividad, por otro lado, es esencial para las tareas de diseño de equipos y operaciones unitarias.

En esta asignatura se propone modelado matemático de balances de masa y energía en operaciones y procesos unitarios representativos a escala industrial. Se fomenta el desarrollo del pensamiento lógico para el planteo, resolución matemática y análisis de los resultados obtenidos. Asimismo, se promueve el desarrollo del espíritu crítico y proactivo mediante el empleo de diversas fuentes de información para la obtención de datos y herramientas variadas incluyendo las informáticas de carácter general (planillas de cálculo) como específicas (simuladores). Para ello se recurre a los conocimientos previamente adquiridos de física y química como de matemáticas y estimación de propiedades fisicoquímicas, de equilibrio y empleo de herramientas informáticas.

Objetivos establecidos en el DC

- Modelizar matemáticamente operaciones, procesos unitarios para el cálculo de balance de masa y energía sin y con reacción química en estado estacionario.

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

Competencias genéricas tecnológicas (CG): **Nivel de aporte**

CG.1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Medio

CG.2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería. Bajo

CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería. Medio

Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG) **Nivel de aporte**

CG.10. Actuar con espíritu emprendedor. Bajo

Competencias específicas de la carrera **Nivel de aporte**

CE.1. Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis. Medio

CE.6. Optimizar procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, aplicando el modelo más adecuado, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental. Bajo

Contenidos mínimos establecidos en el DC

- Definición cuantitativa del proceso a escala industrial.
- Las operaciones y procesos unitarios representativos.

- Balances de masa sin y con reacción química en estado estacionario.
- Balances de energía sin y con reacción química en estado estacionario.
- Balances combinados.

Contenidos desarrollados

Eje conceptual N° 1. Introducción a operaciones y procesos unitarios. Balances de materia y energía sin reacción química (8 horas reloj).

Contenidos: Definición cuantitativa del proceso a escala industrial. Variables de proceso. Introducción al concepto de modelado y simulación de equipos y procesos.

Balances de energía para sistemas cerrados y abiertos. Aplicación de balances de energía en equipos de intercambio térmico. Conceptos de transferencia global de calor y temperatura media logarítmica en intercambiadores de calor. Resolución de problemas. Empleo de planillas de cálculo y simuladores.

Eje conceptual N° 2. Presión de vapor y psicrometría (16 horas reloj).

Contenidos: Determinación de presiones de vapor de sustancias puras. Métodos gráficos (COX, Dühring) y uso de tablas. Ecuación de Antoine. Empleo de correlaciones modernas y métodos numéricos para el cálculo de propiedades fisicoquímicas y de equilibrio de fases. Conceptos asociados a los balances de aire húmedo. Temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo. Temperatura de rocío. Humedad absoluta y relativa. Grado de saturación. Saturación adiabática. Diferentes tipos de higrómetros. Diagramas psicrométricos. Balances de energía en sistemas de aire húmedo. Transformaciones: calentamiento a humedad constante, enfriamiento a humedad constante, enfriamiento a entalpía constante. Determinación de la humedad relativa utilizando la temperatura de bulbo húmedo y la de bulbo seco. Aplicación de balances de materia y energía en equipos de humidificación/deshumidificación, torres de enfriamiento, secadores. Resolución de problemas. Empleo de planillas de cálculo y simuladores.

Eje conceptual N° 3. Balances de materia y energía a través de diagramas entalpía/composición (14 horas reloj).

Contenidos: Aplicación a sistemas binarios: con un componente volátil, con dos componentes volátiles. Procesos asociados: suma y separación de dos corrientes con y sin intercambio de calor. Ejemplos de utilización de los diagramas de entalpía – composición. Aplicación de balances en evaporadores/ concentradores y mezcladores. Cálculo de servicios auxiliares asociados: refrigeración y calefacción. Resolución de problemas. Empleo de planillas de cálculo y simuladores.

Eje conceptual N° 4. Balances de materia y energía con reacción química (14 horas reloj).

Contenidos: Entalpías normales de reacción. Entalpía normal de formación. Entalpía de enlace. Determinación de las entalpías normales de formación y de reacción. La entalpía normal de combustión. La ley de Lavoisier y Laplace. La ley de Hess. Cálculo de calores de transformación: por sumas y restas de ecuaciones termoquímicas, mediante calores de formación, mediante calores de combustión, mediante entalpías de enlace. Efecto de la temperatura en los calores de reacción. Ley de Kirchhoff. Entropía normal de reacción. Energía libre normal de reacción. Estimación de las propiedades termodinámicas: calor de neutralización, temperatura adiabática de llama. Balance de calor a partir de la expresión de diferencias de entalpías. Aplicación de balances de masa y energía a hornos y reactores que puedan ser resueltos en este nivel, por ejemplo, a través de reacciones de conversión.

Resolución de problemas. Empleo de planillas de cálculo y simuladores.

Eje conceptual N° 5. Balances de materia y energía a sistemas no ideales (10 horas reloj).

Contenidos: Ecuaciones de estado de gases reales. Coeficiente de compresibilidad en gases reales utilizando ecuaciones de estado. Comparación con diagramas basados en estados correspondientes. Mezcla de gases ideales y reales. Equilibrio de fases para mezclas ideales y no ideales. Coeficientes de actividad. Mezclas azeotrópicas. Obtención de curvas de equilibrio mediante software específico y general. Resolución de problemas. Empleo de planillas de cálculo y simuladores.

Eje conceptual N° 6. Balances de materia y energía en estado no estacionario (10 horas reloj).

Contenidos: Mezcla de corrientes puras a diferentes temperaturas: evolución dinámica de la temperatura y nivel. Mezcla de soluciones a diferentes temperaturas y composición: evolución dinámica de la temperatura, composición y nivel. Conceptos de métodos numéricos para la resolución de sistemas dinámicos. Sistemas de ecuaciones diferenciales. Aplicación del concepto de simulación dinámica de equipos y procesos sencillos. Resolución de problemas. Empleo de planillas de cálculo y simuladores.

Bibliografía obligatoria:

Muñoz Pérez, G. (2014). Balance de materia y energía: Procesos industriales. Grupo Editorial Patria, México.

Basurco Carpio, R. S. (2019). Balance de materia y energía. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.

Himmelblau, T. (2016). Basic principles and calculations in chemical engineering. Nueva Edición. Editorial Pearson Educación, España.

Perry, J. H. (2009). Manual del ingeniero químico (Novena edición). Argentina, McGraw-Hill.

Manual del simulador dwsim. (2023). dwsim.org/.

Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:

Rodríguez, Dupuy. (2022). Apuntes de teoría y problemas resueltos de balance de materia y energía. Disponible en línea en el sitio: www.modeloingenieria.edu.ar.

Scenna, N. J. (1999). Modelado, simulación y optimización de procesos químicos. Argentina. U.T.N.

Cao, E. (2011). Transferencia de calor en ingeniería de procesos. Argentina. Nueva Librería.

Hougen, O. A., Watson, K. M., & Ragatz, R. (1980). Principios de los procesos químicos: balances de materia y energía. España. Reverte.

Metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación

El equipo docente diseña e implementa estrategias de aprendizaje activas y centradas en el estudiantado orientadas al desarrollo de las competencias de egreso, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el apartado 6 del Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería Química. Se configuran también estrategias de evaluación formativas y sumativas, enunciándose las formas e instrumentos de evaluación a utilizar para poder acreditar el desarrollo de las competencias indicadas en los niveles esperados. A los efectos, se especifican las modalidades de aprobación directa, aprobación no directa (regularización) y examen final de la asignatura. Estos apartados se describen en detalle en el plan anual de actividades de la asignatura.