

1. Transferencia de calor y operaciones unitarias

INTRODUCCIÓN

Este módulo corresponde a la mención de Planta Química y para su desarrollo requiere una carga de 228 horas pedagógicas. Este, se encuentra asociado al sector de operación de equipos de producción en una planta química. Durante su desarrollo, el o la estudiante podrá alcanzar las competencias y destrezas necesarias para manejar equipos de operaciones unitarias y transferencia de calor, aplicando los conocimientos adquiridos en la manipulación de equipos a escala, prototipos o simulaciones de procesos.

Las principales tareas asociadas son operar los principales equipos de producción química y desarrollar destrezas y habilidades al operar reactores, torres de enfriamiento, intercambiadores, entre otras operaciones, de acuerdo a la finalidad del proceso industrial y las reacciones.

El módulo involucra un desarrollo preferentemente práctico, con énfasis en la aplicación de normas de seguridad y cuidado del medioambiente.

Para fortalecer los aprendizajes adquiridos, es recomendable realizar visitas a instalaciones industriales para que los y las estudiantes puedan familiarizarse con las dimensiones reales de los equipos de producción de una planta química y efectuar reacciones simuladas en aplicaciones computacionales.

APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 1 · TRANSFERENCIA DE CALOR Y OPERACIONES UNITARIAS		228 HORAS	CUARTO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD			
<p>OA 1</p> <p>Utilizar los equipos de producción de una planta química, siguiendo instrucciones de producción, monitoreando los instrumentos de medición del proceso de producción, y ajustar parámetros de funcionamiento de equipos de acuerdo con el comportamiento observado.</p>			
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS	
<p>1. Opera equipos de transferencia de calor y masa, de acuerdo al proceso productivo y requerimientos de elaboración.</p>	<p>1.1</p> <p>Mide propiedades termométricas de sólidos y líquidos que alimentan los equipos de transferencia de calor, utilizando termómetros, balanzas y manómetros, registrando sus resultados en hoja de datos en los formatos correspondientes.</p>	B	H I
	<p>1.2</p> <p>Suministra el calor necesario para fundir o evaporar una sustancia química, utilizando vapor o fluidos refrigerantes, registrando los caudales y las temperaturas del proceso.</p>	D	I
	<p>1.3</p> <p>Fija las variables de operación adecuadas a cada equipo o instalación dependiendo del producto a elaborar y según manuales técnicos.</p>	D	I
	<p>1.4</p> <p>Vigila de manera permanente las variables de presión, temperatura, caudales, entre otros, de las instalaciones de los equipos industriales, considerando criterios de eficiencia energética y cuidado del medioambiente.</p>	D	I

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<p>2. Opera en condiciones simuladas o prototipos a escala, los principales equipos de operaciones unitarias de los procesos químicos (intercambiadores de calor, destiladores, torres de enfriamiento, de extracción por solvente, secadores, reactores), aplicando criterios de eficiencia energética y normas de seguridad.</p>	<p>2.1 Mide y registra variables y parámetros desde los instrumentos característicos de equipos de operaciones unitarias de transferencia (torres de humidificación, secadores, destiladores), utilizando manuales de operación y observando las normas de seguridad y medioambientales correspondientes a cada operación.</p>	<p>B D I</p>
	<p>2.2 Regula los caudales de los fluidos de transferencia de calor (agua, vapor o aceite) para el funcionamiento de los equipos industriales mediante medidores de presión, registrando los datos obtenidos en planillas de control.</p>	<p>H I</p>
	<p>2.3 Regula la humedad, temperatura y velocidad del aire en función del proceso industrial involucrado (secadores, humidificadores, hidrociclones, compresores, etc.), siguiendo las instrucciones de los manuales técnicos u orden de trabajo.</p>	<p>B D</p>
	<p>2.4 Realiza las operaciones de desmontaje, limpieza y montaje de maquinaria, siguiendo instrucciones de manuales del fabricante y aplicando normas de seguridad.</p>	<p>B D</p>

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Transferencia de calor y operaciones unitarias
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Determinación de calores específicos
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	18 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>1. Opera equipos de transferencia de calor y masa, de acuerdo al proceso productivo y requerimientos de elaboración.</p>	<p>1.1 Mide propiedades termométricas de sólidos y líquidos que alimentan los equipos de transferencia de calor, utilizando termómetros, balanzas y manómetros, registrando sus resultados en hoja de datos en los formatos correspondientes.</p> <p>1.2 Suministra el calor necesario para fundir o evaporar una sustancia química, utilizando vapor o fluidos refrigerantes, registrando los caudales y las temperaturas del proceso.</p> <p>1.3 Fija las variables de operación adecuadas a cada equipo o instalación dependiendo del producto a elaborar y según manuales técnicos.</p> <p>1.4 Vigila de manera permanente las variables de presión, temperatura, caudales, entre otros, de las instalaciones de los equipos industriales, considerando criterios de eficiencia energética y cuidado del medioambiente.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	<p>Texto guía</p> <p>Práctica guiada</p>

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Docente:

- › A través de una exposición teórica (con apoyo de presentación en formato digital o videos), explica los mecanismos de transferencia de calor y sus efectos sobre la materia, dando ejemplos que contextualicen los contenidos.
- › Facilita los equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y muestras necesarias para estudiar.
- › Entrega a sus estudiantes una guía de trabajo, con una fundamentación teórica, las actividades, indicaciones y procedimientos que deben realizar.
- › Solicita a sus estudiantes un informe escrito, que debe contener registro de datos, cálculos, observaciones del fenómeno estudiado y conclusiones.

Recursos:

- › Computador.
- › Proyector.
- › Pizarra.

1.

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

EJECUCIÓN	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Verifica el correcto uso de equipos, instrumentos y comprueba que las condiciones de las instalaciones y equipos son las idóneas para su buen funcionamiento.› Apoya y monitorea individualmente la ejecución de las tareas.› Evalúa mediante preguntas la comprensión de los conceptos involucrados en las tareas realizadas. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Leen individualmente una guía de trabajo experimental. Tras la lectura, realizan la instalación de los equipos, y efectúan mediciones de calores específicos tanto de sólidos como de líquidos, comprobando el cumplimiento de la regla de las mezclas.› En grupos de trabajo (de tres o cuatro integrantes) realizan los siguientes pasos:<ul style="list-style-type: none">- Calibran la balanza.- Pesan 2 vasos vacíos y una cápsula vacía, registran los datos.- Sobre la cápsula pesan cada uno de los sólidos que se utilizarán en el experimento.- Ponen agua fría el vaso, aproximadamente 50 gr.- Miden la temperatura inicial al vaso precipitado con agua fría.- Calientan agua hasta 40°C y ponen en el otro vaso aproximadamente 30 gr.- Miden la temperatura inicial al vaso precipitado con agua caliente.- Ponen el sólido en el agua caliente y esperan el equilibrio térmico.- Miden y registran la temperatura.- Cambian el sólido al agua fría, miden y registran la temperatura.- Repiten el procedimiento para cada sólido.- Ponen glicerina en un vaso, aproximadamente 30 gr.- Calientan agua hasta 40°C y colocan en el otro vaso aproximadamente 50 gr.- Miden y registran las temperaturas.- Juntan el agua con la glicerina, registran la temperatura.- Repiten el procedimiento para cada líquido.› Realizan cálculos según fórmulas.› Responden el cuestionario.› Elaboran un informe con los calores transferidos, los márgenes de error en las mediciones con respecto de los valores teóricos, y las pérdidas de energía de los procesos. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none">› Calefactores eléctricos.› Balanza.› Vasos precipitados.› Probetas graduadas.› Termómetros.› Soportes universal.› Sólidos y líquidos a estudiar (trozos de cobre, aluminio, acero, glicerina, aceite, alcohol).› Equipo de protección personal (guantes resistentes al calor, antiparras, zapato cerrado, overol).
CIERRE	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Junto a sus estudiantes, guardan los equipos y materiales antes de salir de la sala.› En conjunto con el grupo curso se realiza un breve recuento de los conceptos tratados en la clase. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Revisan el cuestionario con las correcciones, síntesis y registro de lo aprendido.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Transferencia de calor y operaciones unitarias
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Intercambiadores de calor
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	18 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>2. Opera en condiciones simuladas o prototipos a escala, los principales equipos de operaciones unitarias de los procesos químicos (intercambiadores de calor, destiladores, torres de enfriamiento, de extracción por solvente, secadores, reactores), aplicando criterios de eficiencia energética y normas de seguridad.</p>	<p>2.1 Mide y registra variables y parámetros desde los instrumentos característicos de equipos de operaciones unitarias de transferencia (torres de humidificación, secadores, destiladores), utilizando manuales de operación y observando las normas de seguridad y medioambientales correspondientes a cada operación.</p> <p>2.2 Regula los caudales de los fluidos de transferencia de calor (agua, vapor o aceite) para el funcionamiento de los equipos industriales mediante medidores de presión, registrando los datos obtenidos en planillas de control.</p> <p>2.3 Regula la humedad, temperatura y velocidad del aire en función del proceso industrial involucrado (secadores, humidificadores, hidrociclones, compresores, etc.), siguiendo las instrucciones de los manuales técnicos u orden de trabajo.</p> <p>2.4 Realiza las operaciones de desmontaje, limpieza y montaje de maquinaria, siguiendo instrucciones de manuales del fabricante y aplicando normas de seguridad.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	<p>Texto guía</p> <p>Práctica guiada</p>

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Docente:

- › Presenta características y principios de funcionamiento de los intercambiadores de calor utilizando presentación en formato digital, entrega guía con introducción teórica, procedimiento experimental y cuestionario a trabajar.
- › Facilita los equipos, instrumentos y materiales de laboratorio.
- › Entrega a estudiantes guía de trabajo, con una fundamentación teórica, las actividades, indicaciones y procedimientos que deben realizar.
- › Solicita a estudiantes un informe escrito, que debe contener registro de datos, cálculos, observaciones del fenómeno estudiado y conclusiones.

Recursos:

- › Computador.
- › Proyector.
- › Pizarra.

1.

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

EJECUCIÓN

Docente:

- › Entrega procedimiento experimental, con énfasis en las medidas de seguridad al operar el equipo.
- › Verifica el correcto uso de equipos e instrumentos, y comprueba las condiciones de las instalaciones.
- › Presenta los procedimientos que debe seguir cada estudiante apoyado por una ficha o guía del experimento.
- › Apoya y monitorea individualmente la ejecución de las tareas.
- › Evalúa mediante preguntas la comprensión de los conceptos involucrados en las tareas realizadas.

Estudiantes:

- › A través de una presentación y con apoyo de videos, conocen tipos de intercambiadores de calor, sus características y aplicaciones en las plantas industriales.
- › Reciben y leen individualmente guía de trabajo experimental.
- › Observan una demostración de la operación del equipo, con indicaciones de las medidas de seguridad.
- › En grupos de trabajo, de tres o cuatro integrantes, realizan mediciones de calores transferidos, operando el equipo con diferentes caudales.
- › Registran los datos en sus cuadernos o guías pre diseñadas.
- › Calibran la balanza.
- › Miden la masa de agua caliente, agua de proceso y agua de enfriamiento, que pasa por las tuberías, en el tiempo especificado.
- › Miden y registran las temperaturas iniciales y final del intercambiador, para cada corriente de fluido.
- › Miden las áreas de transferencia de calor en base a las longitudes de las tuberías por donde circulan los fluidos en el intercambiador.
- › Repiten el procedimiento para cambiando los caudales.
- › Completan la ficha de registro de uso del equipo.
- › Realizan cálculos según fórmulas en:
 - Zona de calentamiento: caudal de agua de proceso, caudal de agua caliente, calor entregado por el agua caliente y calor recibido por el agua de proceso.
 - Zona de enfriamiento: caudal de agua fría, calor recibido por el agua fría y calor entregado por el agua de proceso.
- › Construyen gráficos de variaciones de temperaturas en cada zona en papel milimetrado.
- › Calculan los coeficientes totales de transferencia de calor.
- › Calculan la eficiencia térmica en cada zona.
- › Responden el cuestionario.
- › Elaboran un informe con: los calores transferidos, los márgenes de error en las mediciones con respecto de los valores teóricos y las pérdidas de energía de los procesos.



DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

EJECUCIÓN	Recursos: <ul style="list-style-type: none">› Equipo intercambiador de calor.› Balanza.› Probetas de 2 litros.› Cronómetro.› Huincha.› Pie de metro.› Equipo de protección personal (guantes resistentes al calor, antiparras, zapato cerrado, overol).› Computadores con conexión a internet.› Cuaderno por cada estudiante.› Hojas de oficio.› Papel milimetrado.
CIERRE	Docente: <ul style="list-style-type: none">› Junto a sus estudiantes, guardan los equipos y materiales antes de salir de la sala.› En conjunto con sus estudiantes realiza un breve recuento de los conceptos tratados en la clase.› Revisa el cuestionario con las correcciones, síntesis y registro de lo aprendido.

1.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO	Transferencia de calor y operaciones unitarias	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
<p>1. Opera equipos de transferencia de calor y masa, de acuerdo al proceso productivo y requerimientos de elaboración.</p>	<p>1.1 Mide propiedades termométricas de sólidos y líquidos que alimentan los equipos de transferencia de calor, utilizando termómetros, balanzas y manómetros, registrando sus resultados en hoja de datos en los formatos correspondientes.</p> <p>1.2 Suministra el calor necesario para fundir o evaporar una sustancia química, utilizando vapor o fluidos refrigerantes, y registrando los caudales y temperaturas del proceso.</p> <p>1.3 Fija las variables de operación adecuadas a cada equipo o instalación dependiendo del producto a elaborar y según manuales técnicos.</p> <p>1.4 Vigila de manera permanente las variables de presión, temperatura, caudales, entre otros, de las instalaciones de los equipos industriales, considerando criterios de eficiencia energética y cuidado del medioambiente.</p>	<p>B Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.</p> <p>D Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros <i>in situ</i> o a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes.</p> <p>I Utilizar eficientemente los insumos para los procesos productivos y disponer cuidadosamente los desechos, en una perspectiva de eficiencia energética y cuidado ambiental.</p>

Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS
<p>Actividad mixta de evaluación (práctica y teórica):</p> <p>Laboratorio experimental en donde las y los estudiantes realizan instalación de equipos calefactores y efectúan mediciones de calores específicos tanto de sólidos como de líquidos, comprobando el cumplimiento de la regla de las mezclas</p>	<p>Escala de apreciación o de valor sobre:</p> <ul style="list-style-type: none">› Manejo de los instrumentos y equipos.› Planificación del trabajo de acuerdo al tiempo asignado.› Empleo los implementos de seguridad personal.› Aplica criterios de eficiencia energética y cuidado del medio ambiente.› Descarta residuos según normas del taller.› Mantiene el orden y la limpieza de su lugar de trabajo durante y después de la actividad.
	<p>Evaluación teórica:</p> <p>Confeccionan informe técnico que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none">› Registro de datos.› Fórmulas utilizadas.› Nomenclatura.› Cálculos.› Observaciones.› Conclusiones.› Orden y limpieza en la presentación.

1.

BIBLIOGRAFÍA

Levenspiel, O. (2002). *El omnilibro de los reactores químicos*. Barcelona: Reverté.

Levenspiel, O. (2004). *Flujo de fluidos e intercambio de calor*. Barcelona: Reverté.

McCabe, W. L., Smith, J. C. y Harriott, P. (2007). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. Madrid: McGraw-Hill.

Perry, J. (2001). *Manual del Ingeniero Químico Volumen I*. Ciudad de México: McGraw Hill.

Santamaría, J. (2002). *Ingeniería de reactores*. Madrid: Síntesis.

Sears, F. W. y D'Alessio, J. T. (1974). *Introducción a la termodinámica, teoría cinética de los gases y mecánica estadística*. Barcelona: Reverté.

Herrera, A. M., Fernández, N. R. y Moncada, M. F. (2010). *Física: 2° educación media*. Santiago de Chile: Santillana del Pacífico.

Geankoplis, C. J. (2005). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. Ciudad de México: Continental.

McCabe, W. L., Smith, J. C., y Harriott, P. (2007). *Operaciones unitarias en ingeniería química*. Madrid: McGraw-Hill.

Sitios web recomendados

Calorimetría

<http://www.educaplus.org/play-243-Calorimetr%C3%ADa.html>

http://www.guiasdeapoyo.net/guias/terc_fis_c/GU%C3%8DA%20%20%20%20Cambios%20de%20Fase%20y%20Calor%20Latente.pdf

<http://www.slideshare.net/rafaelino/calorimetra>

Operaciones unitarias

<http://es.scribd.com/doc/4044196/operaciones-unitarias>

http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20MATEM%C3%81TICAS%20F%C3%8DSICAS%20Y%20QU%C3%8DMICAS/INGENIER%C3%8DA%20INDUSTRIAL/08/OPERACIONES%20UNITARIAS%20III/TEMA_4___OPERACIONES_UNITARIAS_3.pdf

<http://www.uhu.es/prochem/wiki/index.php/Secado>

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en agosto de 2014).