

PAPIME 2017-2018



Universidad Nacional Autónoma de México

Dirección General de Cómputo y de Tecnologías
de Información y Comunicación

DGTIC

Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación
y Mejoramiento de la Enseñanza

PE110517



FQ

Trabajo realizado con el apoyo del
Programa UNAM-DGAPA-PAPIME
PE110517



Manual para el docente del uso de las lecciones interactivas en Mathematica



Lección 8 de 16: Estado no estacionario con gradientes (Coordenadas no Cartesianas)



Índice general

1. Presentación.....	4
2. Algunas consideraciones.....	5
3. Contenido de la materia Transporte de Energía.....	6
4. Lección interactiva.....	8
4.1 Objetivos.....	8
4.2 Contenido.....	9
4.3 Actividades sugeridas y uso de los simuladores.....	10
4.4 Técnicas de enseñanza y de aprendizaje.....	14
4.5 Bibliografía.....	14



Presentación

Estimado docente de Ingeniería Química Metalúrgica...

El siguiente manual tiene como propósito orientarle en el uso de las lecciones interactivas. Estos son pequeños cuadernos diseñados para enriquecer la enseñanza y los aprendizajes, pues incluyen distintos recursos como teoría, imágenes y simuladores que benefician la explicación de determinados temas; y son generados a partir del Software Mathematica.

Es importante mencionar que la información que integra la lección interactiva parte del programa de la materia Transporte de Energía de la Facultad de Química de la UNAM.

En ese sentido, el presente manual indica la lección interactiva a trabajar, algunas actividades sugeridas, así como ejercicios a ser desarrollados mediante los simuladores. El docente podrá adecuarlas en función de las necesidades que presenten sus alumnos.

Recuerde que...

Puede acceder al programa vigente de Transporte de Energía en la siguiente URL. Para ello oprima la tecla Ctrl + click.

<https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2017/03/1533te.pdf>

Algunas consideraciones

Las lecciones interactivas realizadas para los estudiantes de la licenciatura de Ingeniería Química Metalúrgica, tienen la característica de poder desarrollarse en diferentes modalidades: presencial, semipresencial, a distancia o en línea.

En este sentido los recursos que se consideran necesarios para su estudio son: contar con un equipo de cómputo y tener acceso tanto a internet como a la Red Universitaria de Aprendizaje RUA.

La unidad tres “Transporte de energía por conducción en estado inestable”, se encuentra estructurada en tres lecciones interactivas. Es por ello que el tiempo sugerido para abordar la presente lección “Estado no estacionario con gradientes (Coordenadas no cartesianas)” sean seis horas. Cabe aclarar que éste puede variar en función de la modalidad por la que se opte.



Contenido de la materia Transporte de Energía

A continuación, se muestra una tabla con las unidades en las que se distribuye el contenido de la materia Transporte de energía. Esta presentación es una pequeña extracción del plan de estudios de la misma.

También se incluye el nombre de las lecciones interactivas de las cuales puede disponer para impartir los temas. El número total de éstas son 16 y fueron diseñadas para ser estudiadas una por semana.

Además, se refiere el formato en el que se encuentra el recurso.

Unidad temática que cubre	Nombre de la lección interactiva	Formato
Unidad 1. Introducción al transporte de energía en los procesos metalúrgicos y de materiales.	Introducción. Ecuaciones de transporte.	Notebook
	Solución de ecuaciones de transporte.	Notebook
	Coefficiente de transporte.	Notebook
	Paredes compuestas.	Notebook
Unidad 2. Transporte de energía por conducción en estado estable.	Generación interna.	Notebook
	Repaso de conducción estacionario.	Notebook

Unidad 3. Transporte de energía por conducción en estado inestable.	No estacionario. Introducción.	Notebook
	Estado no estacionario con gradientes (Coordenadas no cartesianas).	Notebook
	Repaso de conducción no estacionario.	Notebook
Unidad 4. Transporte de energía en presencia de convección.	Convección. Introducción.	Notebook
	Convección forzada.	Notebook
	Convección natural.	Notebook
	Repaso. Convección.	Notebook
Unidad 5. Transporte de energía por radiación.	Radiación. Introducción.	Notebook
	Radiación. Factores de visión.	Notebook
	Repaso. Radiación.	Notebook

Lección interactiva 8 de 16

Estado no estacionario con gradientes (Coordenadas no cartesianas)

Objetivos

- Conocer las ecuaciones a las que se llega al separar las variables en geometrías cilíndrica y esférica.
- Conocer la manera de encontrar soluciones a la ecuación de Bessel.
- Entender la relación entre las condiciones a la frontera y el tipo de función que es solución de la ecuación.
- Usar las soluciones gráficas para resolver problemas multidimensionales.
- Operar el libro de Excel con el que se obtienen las soluciones.



Contenido de la lección interactiva

La siguiente imagen representa la lección interactiva elaborada en el programa Mathematica. Es conveniente que la comparta con sus estudiantes para tener claridad en los temas que se abordarán.

Universidad Nacional Autónoma de México
Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación

Asignatura de Transporte de Energía
Estado no estacionario con gradientes (Coordenadas no cartesianas)

•••

- Problema
- Objetivos
- El Laplaciano en otros sistemas de coordenadas
- Cilindro conductor
- Ecuación de Bessel
- Solución analítica
- Esfera conductora
- Método gráfico y análisis multidimensional
- Uso de la hoja de cálculo
- Bibliografía

 **DGTIC**
Dirección General de Cómputo y de Tecnologías
de Información y Comunicación 



Actividades sugeridas y uso de los simuladores

Solicite que se revisen y comenten los objetivos que tiene la lección interactiva.

Tema: CILINDRO CONDUCTOR

Actividades:

1. Usar Excel y calcular βm para diferentes valores de h y del radio b .

2. Resolver los siguientes ejercicios.

a) En un proceso de manufactura, se fabrican componentes de acero en caliente y después se templean en agua. Considere un cilindro de acero de 2.0 m de longitud y 0.2 m de diámetro ($k=40$ W/m K, $\alpha=1.0 \times 10^{-5}$ m²/s, inicialmente a 400 °C, que repentinamente se templea en agua a 50 °C. Si el coeficiente de transferencia de calor es 200 W/m² K, calcula lo siguiente 20 min después de la inmersión:

- ❖ La temperatura en el centro
- ❖ La temperatura en la superficie
- ❖ El calor transferido al agua durante los 20 min iniciales

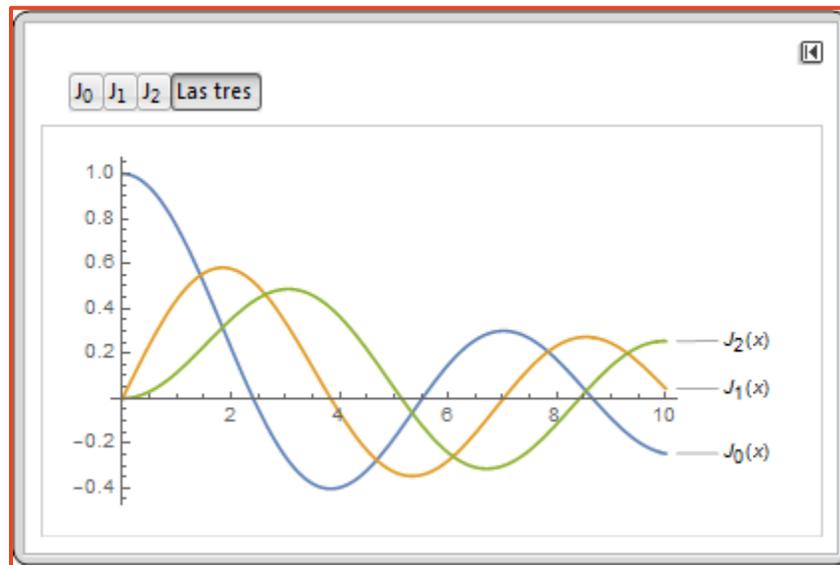
b) Un cilindro de cobre largo de 0.6 cm de diámetro e inicialmente a una temperatura uniforme de 38 °C se coloca en un baño de agua a 93 °C. Suponiendo que el coeficiente de transferencia de calor entre el cobre y el agua es 1248 W/m² K, calcule el tiempo necesario para calentar el centro del cilindro a 66 °C. Como primera aproximación, ignore el gradiente de temperatura dentro del cilindro, luego repita sus cálculos sin esta simplificación y compare sus resultados.

3. Comentar las soluciones de los ejercicios anteriores.

Tema: ECUACIÓN DE BESSEL

Actividades:

1. Usar el siguiente simulador y graficar la serie de potencias de J_0 , J_1 y J_2 para diferentes números de sumandos.



2. Comparar los resultados de cada aproximación con los valores proporcionados por Excel y por el simulador.
3. Comentar sobre los errores de truncamiento de las series.

Tema: ESFERA CONDUCTORA

Actividades:

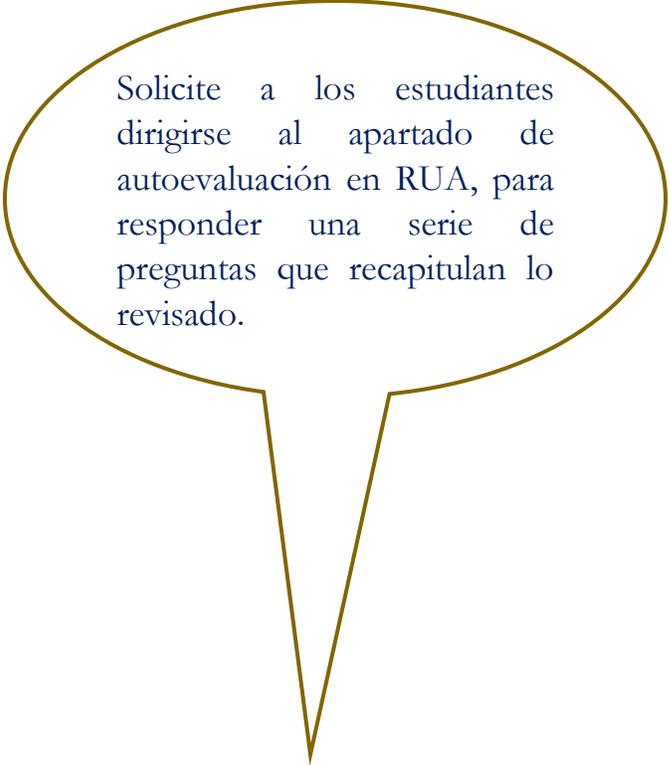
1. Resolver el siguiente ejercicio.

a) Una esfera de acero con un diámetro de 7.6 cm se endurecerá primero calentándola a una temperatura uniforme de 870 °C y después templándola en un baño de agua grande a una temperatura de 38 °C. Se dispone de los siguientes datos:

- ❖ Coeficiente de transferencia de calor superficial $h_c = 590$ W/m² K
- ❖ Conductividad térmica del acero = 43 W/m K
- ❖ Calor específico del acero = 628 J/kg K
- ❖ Densidad del acero = 7840 kg/m³

2. Comentar la solución del ejercicio.

Finalmente, haga mención de los principales temas que se abordaron de la lección interactiva a modo de síntesis y atienda las dudas que expongan los estudiantes.



Solicite a los estudiantes dirigirse al apartado de autoevaluación en RUA, para responder una serie de preguntas que recapitulan lo revisado.

**Técnicas de
enseñanza y
aprendizaje**

Expositiva

Cuestionamiento

Ejercicios

Uso de Excel

Uso de simuladores

Gráficas

Diálogo

 **Bibliografía**

- [1] Kreider, D.; Kuller, R.; Ostberg, D. & Perkins, F. (1971). *Introducción al análisis lineal*. Bogotá: Fondo Educativo Interamericano.}
- [2] Kreith F.; Manglik R. & Bohn, M. (2012). *Principios de transferencia de calor*. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- [3] Ozisik, N. & Hahn, D. (2012). *Heat Conduction*. (3 ed.) New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

