

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

QUINTO SEMESTRE

ASIGNATURA: TRANSFERENCIA DE ENERGÍA Y APLICACIONES DE BALANCE		CICLO:		ÁREA: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	
NÚMERO DE HORAS/SEMANA					
CARÁCTER: OBLIGATORIA	CLAVE 1534	TEORÍA 4	PRÁCTICA	CRÉDITOS 8	
NUMERO DE HORAS/SEMESTRE					
TOTALES 64		TEÓRICAS 64		PRÁCTICAS	
TIPO: TEÓRICO		ÓRGANO INTERNO QUE COORDINA EL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA:			
MODALIDAD: CURSO		SECCIÓN: INGENIERÍA QUÍMICA		DEPARTAMENTO: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	

ASIGNATURA PRECEDENTE:	NINGUNA
ASIGNATURA SUBSECUENTE:	PROCESOS TÉRMICOS
OBJETIVO(S) EDUCACIONALES:	El alumno seleccionará a partir de los principios teóricos que rigen la transferencia de energía, los criterios y mecanismos de aplicación para análisis de los fenómenos en operaciones del procesamiento de alimentos.

NÚMERO DE HORAS 4	UNIDAD 1	MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR. GENERALIDADES. OBJETIVO: El alumno explicará los principios, mecanismos y las leyes que rigen a los principales fenómenos de transferencia térmica en operaciones de transformación y conservación de alimentos.
	1.1	Conducción.
	1.2	Convección natural y forzada.
	1.3	Radiación
NÚMERO DE HORAS 12	UNIDAD 2	TRANSPORTE POR CONDUCCIÓN. OBJETIVO: El alumno explicará con base en la aplicación de las leyes de Fourier los criterios de análisis y aplicaciones a alta y baja temperatura de la transferencia de calor por conducción en sólidos alimentarios con y sin cambio de fase.
	2.1	Conductividad térmica. Ley de Fourier.
	2.2	Conducción de calor en estado estacionario en una dirección. 2.2.1. Placa plana. 2.2.2. Sistemas radiales. 2.2.3. Superficies extendidas.
	2.3	Conducción con generación de energía. 2.3.1. Placa plana. 2.3.2. Sistemas radiales.
	2.4	Conducción de calor en estado no estacionario. Soluciones analíticas y numéricas.
	2.5	Aplicaciones. Determinación conductividad térmica en líquidos y sólidos. Conducción en paredes compuestas. Análisis del calentamiento de una placa semiinfinita
NÚMERO DE HORAS	UNIDAD 3	TRANSPORTE POR CONVECCIÓN. OBJETIVO: El alumno diferenciará en base a la aplicación de las leyes de la convección, los criterios de análisis y aplicaciones de la transferencia de calor por convección en operaciones de procesamiento de alimentos a altas y bajas temperaturas en sólidos alimentarios.
	3.1	Capa límite en convección

12	3.1.1	Capa límite de velocidad
	3.1.2	Capa límite térmica
	3.2	Flujo laminar y turbulento
	3.2.1	Significado físico de números adimensionales
	3.2.2.	Analogía de transferencia de momentum y energía.
	3.3.	Convección libre
	3.4.	Análisis de la convección en flujo externo
	3.5	Metodologías para cálculos de convección
	3.6	Análisis de la convección en flujo interno
	3.7	Ley de Newton del enfriamiento
	3.8	Correlaciones de convección
	3.9	Transporte entre dos placas a diferente temperatura.
	3.10	Transporte forzado para un fluido en un tubo.
	3.11	Coefficiente convectivo para una película descendente.
3.12	Transporte de energía en interfase para sistemas no isotérmicos	
3.12.1	Definición de interfase y coeficientes de transferencia de calor	
3.12.2	Coefficientes de transferencia de calor para convección forzada en tubos y placas.	
3.12.3	Coefficientes de transferencia de calor para convección forzada en lechos empacados.	
3.13	Coefficiente global de transferencia de calor.	
3.13.1	Sistemas a flujo paralelo, contracorriente y multipaso.	
3.14	Aplicaciones. Análisis de la convección forzada en tanques agitados. Análisis de la convección libre en una placa vertical. Análisis del enfriamiento de una esfera.	
NÚMERO DE HORAS	UNIDAD 4	CONDENSACIÓN Y EBULLICIÓN.
10	OBJETIVO: El alumno determinará los criterios de análisis de la transferencia de calor en sistemas de proceso caracterizados por la presencia de condensación y ebullición para definir sus aplicaciones en el tratamiento de alimentos.	
	4.1	Mecanismos. Físicos de la condensación.
	4.2	Modos de ebullición.
	4.2.1	Correlaciones para ebullición.
	4.2.2	Ebullición en convección forzada.
	4.3	Condensación.
	4.3.1	Condensación en película laminar y turbulenta.
	4.3.2	Condensación por gota.
4.4	Aplicaciones. Análisis de la condensación de vapor en una placa vertical	
NÚMERO DE HORAS	UNIDAD 5	TRANSPORTE POR RADIACIÓN.
10	OBJETIVO: El alumno establecerá en base a la aplicación de las leyes de la radiación electromagnética los criterios de análisis y aplicaciones de la transferencia de calor por microondas en el procesamiento de alimentos.	
	5.1	El espectro electromagnético.
	5.2	Mecanismo de transferencia y su modelación matemática. (Ley de Steffan, Boltzman, Ecuaciones de Maxwell, Ley de Lambert).
	5.3	Aplicaciones de Microondas.
NÚMERO DE HORAS	UNIDAD 6	BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA.
16	OBJETIVO: El alumno aplicará el balance de materia y energía en los procesos de transferencia de calor.	
	6.1	Balance de Materiales. Principios de conservación de la materia.
	6.2	Conceptos y unidades. Capacidad calorífica. Cálculo de variaciones de entalpía sin cambio de fase.
	6.3	Cambios de entalpía para cambios de fase
	6.4	Principios de conservación de la energía. Balance general de energía.
	6.5	Procesos reversibles y balance de energía mecánica
	6.6	Calor de reacción, calores de disolución y de mezclado.
	6.7	Balances de energía en equipos de transferencia de calor.
6.8	Aplicaciones. Análisis de balance de energía de procesos en alimentos	

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
Bird, R.B., Stewart, W. E., Lightfoot, E. W. 2002. "Transport Phenomena". 2 nd ed. John Wiley. USA.
Dincer, I. 1997. "Heat Transfer in Food Cooling Applications." Series in Chemical and Mechanical Engineering. Taylor and Francis. USA.
Himmelblau, D. M. 1997. "Principios Básicos y Cálculo en Ingeniería Química". 2 ^a ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México.
Incropera, F. P., De Witt, D. P. 2002. "Introduction to Heat Transfer." 4 ^a ed. John Wiley. USA.
Karlekar, B. V. 1985. "Transferencia de Calor." 2 ^a . ed. Interamericana. México.
Mills, A. F. 1995. "Transferencia de Calor". McGraw-Hill. Colombia.
Pozar, M. D. 1990. "Microwave Engineering". Addison-Wesley. USA.
Reklaitis, G.V. 1989. "Balances de Materia y Energía." McGraw-Hill Interamericana. México.
Smith, R. 1995. "Chemical Process Design." McGraw-Hill. USA.
Valiente, B. A., 1998. "Problemas de Balance de Materia y Energía en la Industria Alimentaria." 2 ^a ed. Limusa. México.
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
Alvarado, J. D., Aguilera., J. M. 2001. "Métodos para Medir Propiedades Físicas en Industrias de Alimentos". Acibia. España.
Carslaw, H. S., Jaeger, J. C. 1986. "Conduction of Heat in Solids". 2 nd ed. Clarendon Press. UK.
Geankoplis. C. J. 1995. "Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias". 2 ^a ed. Compañía Editorial Continental. México.
Ozilgen, M. 1998. "Food Process Modeling and Control: Chemical Engineering Applications". Gordon and Breach Science Publisher. The Netherlands.
Mafart. P. 1994. "Ingeniería Industrial Alimentaria". Acibia. España.
Rahman, S. 1995. "Food Properties Handbook". CRC. USA.

RECOMENDACIONES PARA LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE							
TÉCNICAS DIDÁCTICAS		RECURSOS DIDÁCTICO		INSTRUMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE		TIPOS DE EVALUACIÓN	
	Exposición		Grabaciones (cintas, discos)		Cuestionarios: abiertos o cerrados		Evaluación diagnóstica
	Interrogatorio		Radio		Entrevistas: abiertas o cerradas		Evaluación formativa
	Demostración		Transparencias		Autoevaluación	X	Evaluación sumaria
	Investigación bibliográfica		Fotos fijas		Pruebas orales		Evaluación en clase
	Investigación de campo		Materiales opacos		Pruebas escritas		
	Investigación experimental		Películas con movimiento		Respuesta corta		
	Discusión dirigida	X	Videoprojector		Respuesta complementaria		
	Estudio dirigido	X	Pizarrón		Opción múltiple		
X	Las clases		Imágenes planas		Falso o verdadero		
X	Problemas dirigidos		Gráficas		Respuesta alterna		
X	Proyecto		Mapas		Correspondencia (columnas)		
X	Tareas dirigidas		Carteles		Jerarquización		
	Simposio		Caricaturas		Pruebas de ensayo		
	Panel		Rotafolio	X	Pruebas por temas		
	Phillips 66		Franelógrafo		Pruebas estandarizadas		
	Entrevista		Tablero de boletines		Solución escrita a un problema		
	Lluvia de ideas		Objetos	X	Demostración Práctica		
	Conferencia		Modelos		Proyectos		
	Mesa redonda		Maquetas		Monografías		
	Foro		Sonoramas		Crítica a un tema		
X	Seminario		Televisión		Reportes escritos		
	Estudio Libre		Representaciones	X	Participación individual		
			Marionetas	X	Participación por equipo		
				X	Exposición individual		
					Exposición por equipo		
					Demostraciones de equipo		

PERFIL PROFESIOGRÁFICO: Licenciatura y/o posgrado en ingeniería en alimentos, área fenómenos de transporte con experiencia en la práctica docente y habilidad para ejemplificar aplicaciones en el diseño de los procesos de ingeniería de los alimentos.