

8072-8153

ASIGNATURA: **Operaciones Básicas de Ind. Agrícolas. I**

PARTE PRIMERA. INTRODUCCION.

Tema 1.- Conceptos fundamentales.

Proceso o procedimiento.- Ingeniería de los procesos agroalimentarios.- Diagramas de flujo: ejemplos.- Operaciones básicas: etapas físicas, químicas y bioquímicas.- Régimen estacionario y régimen transitorio.- Procesos y operaciones intermitentes y continuos.

Tema 2.- Introducción a los fenómenos de transporte.

Evolución que ha experimentado durante el siglo actual el modo de estudiar las leyes y principios fundamentales que rigen el diseño de aparatos en los que se efectúan a escala industrial las transformaciones físicas y químicas de los procesos de fabricación: operaciones básicas.- Fenómenos de transporte: definición.- Clasificación de las operaciones básicas según los fenómenos de transporte en que se fundan: breve descripción de cada una de ellas.

PARTE SEGUNDA. FUNDAMENTOS DE LOS FENOMENOS DE TRANSPORTE.

CAPITULO I. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

Tema 3.- Mecanismos de transporte.

Experimento de Reynolds: régimen laminar y turbulento.- Mecanismos de transporte: transporte molecular y transporte turbulento.- Análisis de una operación unitaria: método a seguir para deducir las ecuaciones fundamentales por las que se rigen los fenómenos de transporte.

Tema 4.- Balances macroscópicos de propiedad.

Balances de propiedad.- Balance de materia.- Balance de energía.- Balance de energía mecánica.- Balance de cantidad de movimiento.

CAPITULO II. TEORIA Y APLICACIONES DE TRANSPORTE MOLECULAR.

Tema 5.- Ecuaciones de velocidad.

Generalidades: Transporte de cantidad de movimiento (ley de Newton). Transporte de calor (ley de Fourier). Transferencia de materia (ley de Fick).- Modelo cinético del transporte de propiedad por difusión molecular: ecuación de velocidad general.- Nomenclatura generalizada para el estudio de los fenómenos de transporte por difusión molecular.

Tema 6.- Propiedades de transporte por difusión molecular.

Viscosidad (Fluidos newtonianos); Gases. Líquidos.- Conductividad térmica; Gases. Líquidos. Sólidos.- Difusividad; Gases. Líquidos. Sólidos.

Tema 7.- Comportamiento no newtoniano.

Introducción.- Clasificación de los fluidos no newtonianos: fluidos independientes del tiempo; fluidos dependientes del tiempo.- Ecuación de Ostwald.- Otros modelos reológicos.

Tema 8.- Deducción de la ecuación general de transporte molecular.

Aplicación al transporte de cantidad de movimiento.- Aplicación a la transmisión de calor.- Aplicación al transporte de materia.- Simplificación de la ecuación general: Transporte en régimen estacionario (simple). Transporte en régimen estacionario con generación interna. Transporte en régimen transitorio.

Tema 9.- Transporte molecular en régimen estacionario simple.

Área media de transporte.- Transmisión de calor.- Transporte de materia en gases: Contradifusión molecular. Difusión de un componente A a través de otro B en reposo.- Transporte de materia en el seno de líquidos.

Tema 10.- Transporte molecular en régimen estacionario con generación interna.

Transporte de cantidad de movimiento.- Transporte de calor.- Transporte de materia: Difusión con reacción química homogénea. Difusión con reacción química heterogénea.

Tema 11.- Transporte molecular en régimen no estacionario (transitorio).

Introducción.- Soluciones analíticas.- Aplicación a cuerpos finitos.- Solución gráfica: método de Schmidt.- Transporte molecular en régimen no estacionario con generación interna.

CAPITULO III. TEORIA Y APLICACIONES DEL TRANSPORTE TURBULENTO.

Tema 12.- Generalidades.

Introducción.- Descripción de la turbulencia.- Transporte de cantidad de movimiento.- Transporte de energía y

materia.- Longitud de mezcla de Prandtl.- Introducción a la teoría estadística de la turbulencia.

Tema 13.- Coeficientes individuales de transporte.

Ecuación general de velocidad.- Concepto de coeficiente individual de transporte turbulento.- Transporte de cantidad de movimiento; factor de rozamiento.- Transporte de energía: coeficiente individual de transporte de calor.- Transferencia de materia; coeficiente individual de transferencia de materia.- teorías sobre los coeficientes de transporte: teoría de la película; teoría de la penetración; teoría de la película-penetración.

Tema 14.- Cálculo de los coeficientes individuales de transporte.

Analogías entre los tres fenómenos de transporte: analogía de Reynolds; analogía de Prandtl-Taylor y de Colburn; analogías de Karman y Sherwood; analogía de Martinelli; analogía de Chilton-Colburn.- Ecuaciones semiempíricas para el cálculo de coeficientes individuales de transporte: Transporte de cantidad de movimiento. Transmisión de calor (fluidos circulando turbulentamente por el interior de conducciones). Transporte de materia.

Tema 15.- Coeficientes globales de transporte.

Concepto de fuerzas impulsoras individuales y globales.- Ecuación global de velocidad.- Definición de coeficiente global de transporte.

PARTE TERCERA. TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

CAPITULO I. CIRCULACION DE FLUIDOS POR CONDUCCIONES.

Tema 16.- Generalidades.

Regímenes de circulación: módulo de Reynolds.- Perfil de velocidades: ecuaciones representativas.- Concepto de velocidad media.- Relación entre velocidad media, velocidad puntual y velocidad puntual máxima.- Relaciones fundamentales en dinámica de fluidos.

Tema 17.- Relación entre la caída de presión y la velocidad media.

Conducciones de sección circular: a) Régimen laminar: ecuación de Hagen Poiseuille; b) Régimen turbulento: ecuación de Fanning; c) Ecuaciones para la determinación del factor de fricción.- Conductos no cilíndricos: concepto de radio hidráulico y diámetro equivalente.

Tema 18.- El balance de energía aplicado a una conducción por la que circula el fluido.

Balance de energía: concepto de velocidad eficaz.- Balance de energía mecánica.

Tema 19.- Cálculo de la pérdida de energía, por rozamiento y turbulencia, en un fluido que circula por una conducción.

Introducción.- Pérdida de energía en tramos rectos.- Pérdidas menores.- Problemas más corrientes en el diseño de conducciones.- Cálculo del diámetro óptimo.

Tema 20.- Circulación de fluidos compresibles.

Balance de energía mecánica: circulación isotérmica; circulación no isotérmica (comportamiento ideal); circulación adiabática; circulación de gases no ideales.

Tema 21.- Instalaciones para el transporte de fluidos.

Tuberías: Selección. Calibrado. Distribución en la planta industrial.- Válvulas: Tipos. Selección.- Accesorios; separadores, filtros, purgadores.- Instalaciones de vapor.

CAPITULO II. MEDIDA DE LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LA CIRCULACION DE FLUIDOS.

Tema 22.- Medidores de presión.

Presión absoluta y manométrica.- Presión estática, de impacto y dinámica.- Manómetros: descripción de los más corrientes.- Manómetros sencillos: verticales, en U de rama abierta, metálicos; manómetros diferenciales: en U verticales, inclinados, multiplicadores.

Tema 23.- Medidores de velocidad y caudal.

Medidores de presión diferencial: venturímetros, boquilla y diafragmas.- Pérdidas de presión máxima y permanente.- Ecuación general y calibrado.- Medidores de velocidad: tubo de Pitot.- Medidores de área variable: rotámetros.- Otros tipos de medidores.

CAPITULO III. SISTEMAS DE IMPULSION DE FLUIDOS POR CONDUCCIONES.

Tema 24.- Transporte de líquidos por conducciones I.

Introducción.- Cargas en el sistema: carga de aspiración; carga de impulsión; carga total; carga neta de aspiración (NPSH).- Punto de instalación de una bomba.- Potencia de la bomba. Rendimiento.

Tema 25.- Transporte de líquidos por conducciones II.

Características de una bomba.- Tipos de bombas hidráulicas.- Estudio de las bombas centrífugas.- Selección del tipo más conveniente de bomba en las Industrias Agroalimentarias.

Tema 26.- Transporte de gases por conducciones.

Tipos de aparatos.- Punto de emplazamiento del aparato impulsor de gases.- Ventiladores.- Potencia necesaria para la compresión: compresión isoterma; compresión adiabática; compresión politrópica; compresión escalonada.- Compresores o soplantes centrífugos.- Soplantes rotatorios.- Compresores alternativos: Diagrama del indicador para un compresor alternativo. Caudal mísico que proporciona un compresor alternativo. Diagrama del indicador ideal.

CAPITULO IV. TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO EN FLUIDOS NO NEWTONIANOS.

Tema 27.- Operaciones básicas de transporte de cantidad de movimiento en el seno de fluidos no newtonianos.

Introducción.- Los fluidos no newtonianos y los fenómenos de transporte.- Propiedades reológicas de los alimentos líquidos.- La tecnología de los fluidos no newtonianos.- Los fenómenos de transferencia de cantidad de movimiento en el seno de líquidos no newtonianos.- Circulación de fluidos: Régimen de circulación y pérdidas de carga; Bombeo de fluidos no newtonianos; Agitación y mezcla; Circulación en forma de película.

CAPITULO V. TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO EN SISTEMAS SOLIDO-LIQUIDO.

Tema 28.- Circulación de fluidos a través de lechos porosos.

Introducción. Circulación a través de lechos estáticos:
a) Ley de Darcy y permeabilidad. b) Superficie específica y porosidad. c) Ecuaciones de Carman y Koremy: régimen laminar; régimen turbulento. d) Expresiones generales basadas sobre el tamaño de las partículas: ecuación de Chilton-Colburn; ecuación de Ergun.

Tema 29.- Fluidización.

El fenómeno de la fluidización.- Comportamiento del lecho fluidizado.- Tipos de operaciones.- Comportamiento macroscópico de los lechos fluidizados; velocidad mínima de fluidización; caída de presión a través de un lecho fluidizado; velocidad terminal de las partículas. Tipos de fluidización; formación de burbujas; a) Influencia del distribuidor; b) Diseño

del distribuidor; c) Porosidad de un lecho fluidizado: Valores medios.- Introducción a las teorías basadas en la mecánica de fluidos.- Transferencia de materia y calor en lechos fluidizados: Transferencia de materia. Transmisión de calor.- Fluidización trifásica.- Ventajas y desventajas de la fluidización para las operaciones industriales.- Aplicaciones de la fluidización en las industrias agroalimentarias.

Tema 30.- Transporte neumático e hidráulico.

Descripción de un sistema de transporte neumático o hidráulico: elementos; velocidad de la fase fluida; relación gasto máscico de sólido-caudal de fluido; pérdidas de carga; separación sólido-fluido. Aplicaciones.

CAPITULO VI. OPERACIONES DE SEPARACION BASADAS EN EL TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

Tema 31.- Sedimentación y centrifugación.

Introducción.- Ecuaciones generales.- Decantadores intermitentes y continuos.- Aplicación de la fuerza centrífuga a la sedimentación.- Ciclones e hidrociclos.- Tipos de centrífugas.- Aplicaciones.

Tema 32.- Filtración.

Introducción.- Ecuación de transporte a través de la torta: resistencia específica.- Tortas compresibles e incompresibles.- Filtración a presión y a caudal constantes.- Ecuaciones de cálculo.- Equipo utilizado para la filtración en las industrias agroalimentarias.

Tema 33.- Ultrafiltración y osmósisis inversa.

Introducción.- Principios físico-químicos.- Leyes de transporte.- Equipos utilizados.- Aplicaciones.- Consideraciones económicas.

CAPITULO VII. OTRAS OPERACIONES BASICAS DE TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

Tema 34.- Agitación y mezcla.

Introducción.- Tipos de agitadores.- Potencia comunicada.- Eficacia del mezclado.- Paso de escala.- Aplicaciones.

PARTE CUARTA. TRANSMISION DE CALOR.

CAPITULO I. GENERALIDADES.

Tema 35.- Aplicaciones de la transmisión de calor en las Industrias Agrícolas y Alimentarias.

Utilización del calor en la preservación de los alimentos.- Consideraciones bioquímicas y microbiológicas.- Utilización del calor en la depresión de Δu de los productos agrícolas y alimentos, por concentración.- Otras aplicaciones.

Tema 36.- Mecanismos de transmisión de calor.

Conducción.- Convección.- Papel de la radiación electromagnética en los intercambios de energía.

Tema 37.- Equipos utilizados en la transmisión de calor en las Industrias Agrícolas y Alimentarias.

Cambiadores de contacto indirecto: cambiadores tubulares; cambiadores de doble tubo; serpentines y recipientes con camisas de vapor; cambiadores de placas.- Cálculo de los cambiadores de tubo.- Otros diseños utilizados en Tecnología de Alimentos.

CAPITULO II. TRANSMISION DE CALOR POR CONDUCCION.

Tema 38.- Conducción en sólidos.

Ecuación de Fourier.- Régimen estacionario: Sólidos homogéneos. Sólidos heterogéneos.- Régimen no estacionario.- Conducción bi y tridimensional: métodos analógicos y métodos numéricos.

CAPITULO III. TRANSMISION DE CALOR POR CONVECCION.

Tema 39.- Transmisión de calor por convección.

Introducción.- Ecuaciones fundamentales.- Transmisión de calor sin cambio de fase en régimen estacionario.- Transmisión de calor con cambio de fase.- Coeficientes individuales de transmisión de calor: ecuaciones empíricas para su cálculo.

Tema 40.- Transmisión de calor entre dos fluidos separados por una pared I.

Casos típicos (cambiador de calor, caldera, condensador, evaporador).- Coeficiente global de transmisión de calor.- Formación de costras o depósitos salinos.- Deducción de la ecuación general.- Integración de la ecuación diferencial general: a) métodos simplificados; cuando U es constante; cuando $U = a \cdot b \cdot D_t$; b) integración gráfica.

Tema 41.- Transmisión de calor entre dos fluidos separados por una pared II.

Cambiadores multitubulares.- Cambiadores de placas.- Otros tipos de cambiadores.- Transmisión de calor en recipientes agitados.- Cálculos en operaciones en régimen transitorio.

Tema 42.- Transmisión de calor en los fluidos no newtonianos.

Introducción.- Fluidos circulando por el interior de tubos.- Régimen laminar: soluciones teóricas; soluciones experimentales y ecuaciones semiempíricas.- Régimen turbulento.

CAPITULO IV. TRANSMISION DE CALOR POR RADIACION.

Tema 43.- Principios generales.

Emisión de energía radiante: Generalidades.- Comportamiento de una superficie como emisora: leyes de Plank, de Stephan-Boltzman y de Wien.- Concepto de emisividad.- Comportamiento de una superficie como receptora de energía radiante: absorbancia.- Relación entre el comportamiento de una superficie como emisora y como receptora de energía radiante: relación con el entorno; leyes de Kirchoff.- Generalidades sobre emisividades y coeficientes de absorción.

Tema 44.- Ecuaciones de velocidad.

Radiación entre dos superficies separadas por un medio no absorbente: a) Radiación entre dos superficies negras; factor geométrico; propiedades y cálculo de los factores geométricos; b) Radiación entre una superficie no negra y otra negra que la rodea totalmente; c) Radiación entre superficies negras, en presencia de material refractario; factor refractario; d) Radiación entre superficies no negras en presencia o no de material refractario; factor gris.- Ecuación simplificada de la radiación.

Tema 45.- Transmisión de calor por radiación y convección simultáneas.

Introducción.- Ecuación general.- Problemas típicos: cálculo del espesor óptimo del aislante de una conducción; cálculo de la temperatura verdadera de un gas.

Tema 46.- Utilización de las microondas en la industria de alimentos.

Introducción.- Generación de calor por microondas.- Penetración de las microondas.- Particularidades del calentamiento por microondas.- Equipos de microondas.- Aplicaciones en la tecnología de alimentos.- Consideraciones económicas.

CAPITULO V. CONCENTRACION POR EVAPORACION

Tema 47.- Introducción.

Generalidades.- Partes esenciales de un evaporador.- Tipos de evaporadores: abiertos; cerrados.- Características de un evaporador.- Factores que influyen sobre la capacidad de un evaporador: gradiente de temperatura; coeficiente global de transmisión de calor; área de la superficie de transmisión de calor.- Cálculo de un evaporador de simple efecto: Nomenclatura. Hipótesis simplificativa. Balances de materia y energía. Ecuación de velocidad.

Tema 48.- Métodos de aprovechamiento de la energía del vapor desprendido.

Introducción.- Recompresión del vapor: compresión mecánica; compresión térmica.- Bomba térmica.- Múltiple efecto.

Tema 49.- Cálculo de un evaporador de múltiple efecto.

Introducción.- Recompresión del vapor: compresión mecánica; compresión térmica.- Bomba térmica.- Múltiple efecto.

Tema 50.- Evaporadores utilizados en la industria de alimentos.

Evaporadores de tubos: horizontales; verticales; inclinados.- Evaporadores sin tubos: superficie calefactora móvil; superficie calefactora fija.- Ventajas e inconvenientes.- Aplicaciones.- Valores medios de coeficientes globales.