# PROGRAMA ANALÍTICO

**DEPARTAMENTO: TECNOLOGÍA Química**

**CARRERA: INGENIERÍA Química**

**ASIGNATURA: Fenómenos de Transporte**

**CÓDIGO:9133**

**AÑO ACADÉMICO:2019**

**PLAN DE ESTUDIO:1994**

**UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 2do. CUATRIMESTRE DE 3er. AÑO**

**MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL**

**DOCENTE A CARGO:** Dra. Ing. Miriam Martinello – Profesor Asociado Simple

**EQUIPO DOCENTE:** Dra. Ing. Miriam Martinello – Profesor Asociado Simple

Mg. Ing. Renata Marenchino – Jefa de Trabajos Prácticos Exclusiva Estudiante Nadir Salum – Ayudante de Segunda

|  |  |
| --- | --- |
| *Aprobada* | *Regular* |
| 0402 | - |
| 0405 | - |
| 9129 | - |

**RÉGIMEN DE ASIGNATURAS:**

**ASIGNACIÓN DE HORAS:**

Semanales: 7

Totales Teóricas: 45

Prácticas Resolución de problemas: 45

Laboratorio: 15

Proyecto: -

Trabajo de campo: -

**CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:** Obligatoria

**OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:**

Que los alumnos logren comprender e interpretar los fenómenos de cantidad de movimiento, energía y materia, para aplicarlos al desarrollo y fundamentación de los temas en las Operaciones Unitarias.

Objetivos específicos

Se pretende que el alumno:

* Distinga los fenómenos de transferencia de cantidad de movimiento, energía y materia involucrados en los procesos.
* Identifique las leyes que gobiernan dichas transferencias.
* Aplique correctamente dichas leyes en los distintos casos de análisis.
* Resuelva los ejemplos y problemas concretos que se le presenten.
* Analice críticamente los resultados obtenidos, asociando la realidad física de las distintas situaciones con la descripción matemática utilizada.

**CONTENIDOS:**

**Introducción**

**Tema 1**

Introducción a los fenómenos de transporte. Tipos de transporte y aplicaciones. Conceptos básicos: definiciones y formulación matemática. Transporte molecular de cantidad de movimiento, masa y energía. Analogías. Transporte convectivo.

**Tema 2**

2.1. Comportamiento reológico de los fluidos.

2.2. Ley de Newton de la viscosidad generalizada

2.3. Fluidos no newtonianos. Clasificación y características. Modelos generalizados. Ley de Potencia y plástico de Bingham.

**Transporte de Cantidad de Movimiento**

**Tema 3**

3.1. Conceptos y definiciones. Postulado del medio continuo. Número de Reynolds. Tipos de flujo: compresible e incompresible, viscoso y no viscoso, laminar y turbulento, estacionario y no estacionario. Campo de velocidad. Flujo unidireccional y flujo unidimensional. Líneas de corriente, líneas de trazador, línea de trayectoria Fuerzas superficiales y volumétricas. Condición de no deslizamiento. Esfuerzos normales y tangenciales.

3.2. Mecanismos de transporte de cantidad de movimiento: transporte molecular y transporte convectivo.

**Tema 4**

4.1. Balance de cantidad de movimiento aplicado a una envoltura. Condiciones de borde.

4.2. Aplicación a casos simples de flujo laminar unidireccional en distintos sistemas de coordenadas Flujo en película descendente. Flujo través de una tubería circular. Flujo a través de un ánulo. Perfiles d

de velocidad y de esfuerzo de corte. Velocidad máxima, velocidad media, flujo volumétrico y másico, fuerzas.

**Tema 5**

5.1 Método de Lagrange y método de Euler. Coordenadas materiales y espaciales. Derivadas con respecto al tiempo.

5.2 Teorema general del transporte. Casos particulares.

5.3 Ecuaciones de variación para sistemas de flujo viscoso isotérmico de un fluido puro: continuidad y movimiento. Casos particulares: ecuación de Navier-Stokes, ecuación de Euler, ecuación de Stokes.

5.4. Ecuaciones de variación en distintas coordenadas. Aplicaciones.

**Tema 6**

6.1 Adimensionalización de las ecuaciones de variación.

Aplicación al escalado de procesos.

6.2. Análisis dimensional. Método de Rayleigh. Método de Buckingham

**Tema 7**

7.1 Flujo turbulento. Fluctuaciones y magnitudes de tiempo ajustado.

7.2 Ecuaciones de variación ajustadas en el tiempo.

7.3 Esfuerzos de Reynolds: modelos de Boussinesq y de longitud de mezcla de Prandtl.

7.4 Ecuación universal de distribución de velocidad.

7.5 Flujo turbulento en tubos circulares.

**Tema 8**

8.1 Interacción sólido-fluido. Flujo externo y Flujo interno. Factores o coeficientes de fricción.

8.2.Teoría de capa límite. Ecuaciones. Simplificación mediante el método de análisis de órdenes de magnitud.

8.3. Expresión alternativa de las ecuaciones de capa límite: balance de momento de von Karman.

8.4. Solución aproximada y solución exacta para placas planas.

8.5. Calculo teórico de los coeficientes de fricción.

**Transporte de Energía**

**Tema 9**

9.1. Ley de Fourier de la conducción tridimensional.

9.2. Mecanismos de transporte de energía: energía convectiva. Trabajo asociado a movimientos moleculares. Densidad de flujo de energía combinado.

**Tema 10**

10.1 Balance de energía aplicado a una envoltura. Condiciones de borde.

10.2 Aplicaciones a casos simples de conducción: Conducción de calor con una fuente de calor eléctrica. Conducción de calor a través de paredes compuestas: rectangulares y cilíndricas. Conducción de calor a través de una aleta de enfriamiento.

**Tema 11**

11.1 Ecuación general de la energía.

11.2 Ecuación de energía en términos de la energía potencial. Formas especiales de la ecuación de energía.

11.3 Ecuación de variación de temperatura.

11.4 Aplicación a casos particulares.

**Tema 12**

12.1 Convección. Convección natural y forzada.

12.2 Ecuación de movimiento de Boussinesq.

12.3 Adimensionalización de las ecuaciones de variación para sistemas no isotérmicos. Números adimensionales.

12.4 Casos de aplicación. Convección forzada: flujo en un tubo circular. Convección libre: flujo entre dos placas planas.

12.5 Capa térmica. Comparación con capa límite fluidodinámica.

12.6 Coeficientes de transferencia de calor.

**Tema 13**

13.1 Radiación. Naturaleza de la misma. Radiación térmica. Intensidad y potencia emisiva del cuerpo negro. Ley de Wien. Ley de Stefan-Boltzmann.

13.2 Radiación de superficies reales. Ley de Kirchoff. Intercambio energético entre cuerpos grises. Factor de vista.

13.3 Método de mallas de intercambio por radiación para una envoltura. Resistencia térmica de una superficie. Envoltura con dos y tres zonas.

**Transporte de Materia**

**Tema 14**

14.1. Difusividad y mecanismos de transporte de materia.

14.2. Definición de concentraciones, velocidades y densidades de flujo de materia.

14.3. Expresiones alternativas de la ley de Fick de la difusión.

**Tema 15**

15.1 Balances de materia aplicados a una envoltura. Condiciones de borde.

15.2 Aplicaciones: difusión a través de una película gaseosa estanca, contradifusión equimolar, difusión con reacción química homogénea y heterogénea.

15.3 Transporte en interfases. Coeficientes de transferencia de materia en una sola fase: contradifusión equimolar y transferencia a través de un gas estacionario.

**Tema 16**

16.1 Ecuaciones de variación. Ecuación de continuidad para una mezcla multicomponentes.

16.2 Segunda Ley de Fick de difusión.

16.3 Aplicaciones.

**METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:**

Para lograr los objetivos propuestos, se adopta la siguiente metodología:

Clases teóricas, en las que el docente expone la teoría necesaria para el desarrollo de los temas, motivando la participación de los alumnos en el análisis y discusión de los mismos.

Clases prácticas de problemas, en donde se plantea la resolución de las guías de trabajos prácticos, en forma individual o grupal, dependiendo de los temas.

Clases prácticas de laboratorio, se realizarán dos prácticos de laboratorio:

1. Laboratorio de Reología de fluidos,
2. Laboratorio de Capa Límite fluido-dinámica.

En ambos casos se utilizará el equipamiento disponible en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería y se formarán la cantidad necesaria de grupos, según la cantidad total de alumnos y teniendo en cuenta la capacidad del laboratorio desde el punto de vista de Higiene & Seguridad.

**MODALIDAD DE EVALUACIÓN:**

* Para regularizar y para promocionar la materia se deberá contar con 80% de asistencia así como realizar y aprobar el 100% de los Prácticos de Laboratorio.
* Se tomarán dos evaluaciones parciales escritas sobre conceptos teóricos y resolución de problemas. Las calificaciones posibles están en el rango de cero (0) a diez (10).
* Para regularizar la materia deberá obtener una nota igual o superior a 5 (cinco) en cada una de las evaluaciones.
* Para acceder a la promoción no podrá obtener una nota inferior a 5 (cinco) en ninguno de los parciales y el promedio debe ser igual o superior a 7 (siete).
* Se contempla solamente la posibilidad de promoción total de la materia.
* Se prevé un examen recuperatorio por cada examen parcial tanto para regularizar como para promocionar la materia
* El segundo parcial tendrá carácter de integrador para los estudiantes en condiciones de promocionar.
* El alumno que regularice la materia deberá rendir un examen final para la aprobación definitiva.
* El alumno que obtenga promoción total de la materia, no deberá rendir el examen final citado anteriormente
* Los exámenes finales consisten en problemas y preguntas teóricas, que en general, se toman por escrito. Los exámenes para alumnos libres tienen un ítem adicional referido a los laboratorios que se realizan en la materia.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Semana** | **Fecha** | **Modo** | **Tema** |
| 1 | Lunes 12/08 | Teórico | **Descripción de la asignatura. Tema 1 –Tema 3-Tema 4** |
| Viernes 16/08 | Practico | **Tema 1-Tema 4** |
|  | | | |
| 2 | Lunes 19/08 | Teórico | **Feriado** |
| Viernes 23/08 | Teórico-Práctico | **Tema 2 - trabajo practico neología** |
|  | | | |
| 3 | Lunes 26/08 | Teórico-Práctico | **Tema 5** |
| Viernes 30/08 | Práctico | **Tema 2-5-Laboratorio 1** |
|  | | | |
| 4 | Lunes 2/09 | Teórico-Practico | **Tema 6** |
| Viernes 07/09 | Practico | **Tema 5** |
|  | | | |
| 5 | Lunes 9/09 | Teorico | **Tema 7** |
| Viernes 13/09 | Práctico | **Tema 7** |
|  | | | |
| 6 | Lunes 16/09 | Teórico | **Tema 8** |
| Viernes 20/09 | Práctico | **Tema8-Laboratorio 2** |
|  | | | |
| 7 | Lunes 23/09 | Teórico-Practico | **Tema 9-10** |
| Viernes 27/09 | Practico | **Tema9-10** |
|  | | | |
| 8 | Lunes 30/09 |  | **Primer Parcial** |
| Viernes 4/10 | Práctico | **Tema 10** |
|  | | | |
| 9 | Lunes 7/10 |  | **Tema 11-Tema12** |
| Viernes 11/10 | Práctico | **Tema 11** |
|  | | | |
| 10 | Lunes 14/10 | Teórico-Practico | **Feriado** |
| Viernes 18/10 | Práctico | **Tema 12** |
|  | | | |
| 11 | Lunes 21/10 | Teórico-Practico | **Tema 13** |
| Viernes 25/10 | Practico | **Tema 13** |
|  | | | |
| 12 | Lunes 28/10 | Teórico-Practico | **Tema 14-tema 15** |
| Viernes 1/11 | Practico | **Tema 15** |
|  | | | |
| 13 | Lunes 4/11 | Teórico-Practico | **Tema 16** |
| Viernes 8/11 | Practico | **Tema 16** |
|  | | | |
| 14 | Lunes 11/11 | Practico | **Feriado** |
| Viernes 15/11 | Práctico | **Segundo Parcial** |
|  | | | |
| 15 | Lunes 18/11 |  | **Feriado** |
| Viernes 22/11 |  | **Recuperatorios** |
|  | | | |

**HORARIOS DE CLASES:**

**Lunes de 14 a 17 hs.**

**Viernes de 14 a 18 hs.**

**HORARIOS DE CONSULTA:**

**Viernes de 14 a 18 hs**

**BIBLIOGRAFÍA:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Título | Autor/s | Editorial | Año de Edición | Ejemplares Disponibles |
| Fenómenos de Transporte | Bird R.;  Stewart W.; Lightfoot E | LimusaWiley | 2008 | 6 |
| Modeling in Transport Phenomena. A Conceptual Approach | Tosun, I. | Elsevier Science & Technology | 2007 | 1 |
| Fenómenos de Transporte | Bird R.;  Stewart W.; Lightfoot E | Reverté. | 1995 | 12 |
| Introductory Transport Phenomena | Bird R.;  Stewart W.; Lightfoot E  Klingenberg; D. | Wiley | 2015 |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| Transport Phenomena | Bird R.; Stewart W.; Lightfoot E | Wiley&Sons. | 2002 | 1 |
| Mecánica de fluidos : fundamentos y aplicaciones | [Cengel, Y. A;](http://juanfilloy.bib.unrc.edu.ar/consulta/consultaautor.html?isdoc=true&termino=Cengel,%20Yunus%20A.&bases=a:1:%7bi:0;s:5:%22libro%22;%7d)[Cimbala, J.M.](http://juanfilloy.bib.unrc.edu.ar/consulta/consultaautor.html?isdoc=true&termino=Cimbala,%20John%20M.&bases=a:1:%7bi:0;s:5:%22libro%22;%7d) | McGraw Hill | 2006 | 3 |
| Introducción a la Mecánica de Fluidos | Fox, R. W., McDonald, A.T. | McGraw– Hill. | 1995 | 4 |
| IntroductiontoFluidsMechanics | Whitaker, S. | Prentice- Hall | 1968 |  |
|  |  |  |  |  |
| Momentum, Heat and Mass Transfer | Bennet, C.O; Myers, J.E. | McGraw – Hill. | 1982 | 1 |
| Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y masa | Welty, J.R.; Wicks, C. E.; Wilson, R.E. | Limusa. | 1982 | 5 |
| Transferencia de Calor Aplicada a la Ingeniería | Welty, R. | Limusa. | 1995 | 4 |
| Heat Transfer A Basic Approach | Ozisik, M.N. | McGraw–Hill. | 1985 | 1 |
| Operaciones de Transferencia de Masa | Treybal, R. | McGraw–Hill. | 1980 | 2 |
|  |  |  |  |  |
| Transport Phenomena. A Unified Approach | Brodkey, R.; Hershey, H | McGraw – Hill | 1988 |  |
| Transport Phenomena and Unit Operations. A Combined Approach | Grisley R | John Wiley & Sons | 2002 |  |
| Chemical Engineer`s Handbook | Perry, R. | McGraw – Hill. | 1999 | 1 |
| Introduction to transport phenomena | Thomson, William J. | Prentice Hall | 2000 | 1 |
| Heat transfer-Exercises | Long, C  Sayma, N | Ventus Publishing Aps | 2010 | 1 |
| Transport phenomena data companion | Janssen, L.  Warmoeskerken, M | VSSD | 2006 | 1 |

Firma Docente Responsable Firma Secretario Académico