



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
REPUBLICA ARGENTINA

SALTA, 28 de agosto de 2007

Expediente N° 8.369/07

RES. C.D. N° 411/07

VISTO:

La propuesta presentada por el Dr. Luis Cardón para dictar el Curso de Posgrado: "**EL METODO DE LOS VOLUMENES DE CONTROL EN TRANSFERENCIA DE CALOR Y FLUJO DE FLUIDOS**";

CONSIDERANDO:

Que el curso en cuestión se encuentra enmarcado en la Res. C.S. N° 445/99;

Que se cuenta con el visto bueno del Depto. de Física de esta Facultad;

Los despachos favorables de las Comisiones de Posgrado (fs. 25 vta.), de Hacienda (fs. 26) y de Docencia e Investigación (fs. 27);

POR ELLO y en uso de las atribuciones que le son propias;

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
(en su sesión ordinaria del día 22/08/07)

R E S U E L V E:

ARTÍCULO 1°: Tener por autorizado en el marco de la Res. CS N° 445/99, el dictado del Curso de Posgrado: "**EL METODO DE LOS VOLUMENES DE CONTROL EN TRANSFERENCIA DE CALOR Y FLUJO DE FLUIDOS** ", bajo la Dirección del Dr. Luis Cardón, con las características y requisitos que se explicita en el Anexo I de la presente, curso que comenzó el 13 de Agosto/07.

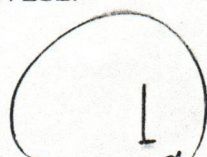
ARTÍCULO 2°: Establecer que una vez finalizado el curso, el Director elevará la nómina de promovidos para la confección de los certificados de acuerdo a lo dispuesto en las reglamentaciones vigentes.

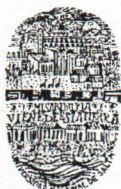
ARTÍCULO 3°: Hágase saber al Director del curso (Dr. Luis Cardón), a los Departamentos Docentes que integran esta Facultad, a la Comisión de Posgrado, al Dpto. de Mesa de Entradas, a la Dción. Adm. Económica y a la Div. Adm. Posgrado. Cumplido, RESÉRVESE.

mxs
az


Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE
SECRETARIO ACADEMICO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS




ing. NORBERTO ALEJANDRO BONINI
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
REPUBLICA ARGENTINA

Anexo I de la Res. C.D. N° 411/07 - Expediente N° 8.369/07

Nombre Del Curso: EL MÉTODO DE LOS VOLÚMENES DE CONTROL EN TRANSFERENCIA DE CALOR Y FLUJO DE FLUIDOS

Director Responsable: Dr. Luis Cardón

Cuerpo Docente: Dr. Luis Cardón y Lic. Sonia Esteban

Fines y Objetivos:

El curso está destinado a dar una sólida base en las técnicas y métodos numéricos para la solución de problemas de transporte de momento, calor y especies. El estudio en profundidad se limitará al de los métodos de discretización de tipo volúmenes de control y al de los algoritmos segregados, tipo corrección de presión y pasos fraccionales. Estos métodos son de uso común en la resolución de problemas de la dinámica de fluidos y se implementan en códigos comerciales de uso cada vez mas frecuente en aplicaciones industriales sumamente complejas.

El curso está destinado fundamentalmente a quienes, interesados en los métodos de la Mecánica de Fluidos Computacional, tengan en vista involucrarse en el desarrollo y/o modificación de códigos o programas que los implementen. Proporcionará también, en consecuencia, una excelente base para quienes quieran aplicar códigos, comerciales o no, basados en estas técnicas.

Además de la presentación de técnicas y métodos numéricos específicos para la resolución de ecuaciones de tipo convección-difusión, tales como las ecuaciones de transporte de calor u especies químicas en fluidos en movimiento (convección forzada) y de algoritmos para la resolución de la ecuación de Navier Stokes, el curso permitirá una familiarización con los distintos problemas numéricos que aparecen en la aplicación de las técnicas, métodos y algoritmos mencionados.

Conocimientos previos necesarios:

Es recomendable poseer conocimientos de Mecánica de Fluidos, Transferencia de Calor y Análisis Numérico, en su defecto será imprescindible conocer por lo menos las ecuaciones diferenciales a derivadas parciales de la física (Laplace, Poisson, etc.). Será necesario conocimiento práctico de un lenguaje de programación (Fortran, Basic, Pascal, C). Será requisito indispensable leer en inglés, ya que toda la bibliografía está en este idioma.

Profesionales a los que esta dirigido el curso:

Profesionales en el área de Ciencias Exactas, Naturales o Tecnológicas. Se aceptarán alumnos avanzados en las carreras de grado sobre la base de los conocimientos previos del punto precedente, a criterio del Director responsable del curso.

Metodología. Se preve llevar adelante distintas actividades: clases teóricas, seminarios, trabajos prácticos y mini-proyectos computacionales. De estos últimos, uno de ellos deberá ser el planteo, resolución computacional de un problema sencillo utilizando recursos propios, y otro será la implementación de un problema de mayor envergadura utilizando el programa MULTIMOD u otro similar.

El contenido del curso se dictará mediante clases teóricas a cargo del profesor y seminarios a cargo de los participantes. En las clases teóricas se presentarán y analizarán los conceptos fundamentales

1
C

4

...///



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
REPUBLICA ARGENTINA

...///-2-

Anexo I de la Res. C.D. N° 411/07 - Expediente N° 8.369/07

y los métodos, técnicas y algoritmos básicos. En los seminarios se requerirá que los participantes analicen artículos de la bibliografía internacional en los que se introducen mejoras o modificaciones a los algoritmos básicos o en los que se discuta y/o compare los resultados de distintos métodos sobre problemas clásicos de prueba. Estos seminarios serán llevados a cabo por pequeños grupos trabajando bajo el esquema de grupos cooperativos. En los seminarios se discutirán también los resultados de experimentos numéricos llevados a cabo por los participantes. En los trabajos prácticos se resolverán problemas que impliquen la aplicación de los contenidos teóricos. Algunos de estos prácticos requerirán la realización de pequeños programas, la modificación o ampliación de programas, o el uso de programas ya elaborados. Por último se elaborarán dos mini-proyectos en los cuales los participantes deberán resolver un problema substancial, la derivación y/o programación de un algoritmo, la prueba de distintas alternativas, etc. Los resultados de los mini-proyectos deberán ser presentados por escrito en un formato estandar (tipo presentación a congreso). Una lista de sugerencias para estos mini-proyectos se presentará al inicio del curso.

Duración total : 66 horas, 36 horas distribuidas en 3 semanas, 30 horas de trabajo individual.

Distribución semanal: 4 hrs. Teóricas,
2 hrs. Seminario,
6 hrs. Trabajo práctico y computacional

Cronograma: Las primeras 36 horas del curso, con modalidad presencial, se dictarán durante el mes de agosto. Las 30 horas de trabajo individual, no presencial, podrán realizarse hasta el 31 de Noviembre, fecha en que se dará por finalizado el curso.

Evaluación: La evaluación del curso se realizará de manera de incentivar una participación continua e intensiva de las actividades del curso. La calificación final se otorgará en base al rendimiento en: trabajos prácticos 20%, cada mini proyecto (dos) 40%, seminarios 40%. Se aprobará con un mínimo del 70% de los puntos.

Lugar y fecha de realización: Edificio de Física. Facultad de Ciencias Exactas. UNSa. Complejo Universitario San Martín. Castañares, a partir del 13 de Agosto.

Arancel: Se cobrará un arancel de \$150, que cubrirá la entrega de material de estudio. Estudiantes de grado de la UNSa sin arancel. Miembros del equipo de trabajo del Grupo de Mecánica Computacional, sin arancel. Los fondos provenientes del arancel si los hubiera, se asignarán a la compra de software y bibliografía.

Inscripciones: Mesa de Entradas de la Facultad de Ciencias Exactas en horario de atención al Público (Lunes a Viernes de 10 a 13 y de 15 a 17 Hs.)

...///

31

4



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA
REPUBLICA ARGENTINA

...///-3-

Anexo I de la Res. C.D. N° 411/07 - Expediente N° 8.369/07

Contenidos

Discretización de ecuaciones elípticas y parabólicas con el método de volúmenes de control: difusión estacionaria unidimensional. Generalización a dos y tres dimensiones. Resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas. Discretización de la ecuación de convección difusión. Formulación entálpica para problemas de cambio de fase. Métodos segregados para la resolución de la ecuación de Navier Stokes para flujo incompresible. El método de volúmenes de control en redes no ortogonales y redes no estructuradas. Formulación entálpica para problemas de cambio de fase.

Programa Tentativo:

- 1) **Difusión estacionaria unidimensional.** La ecuación de conducción de calor con generación interna como prototipo de ecuación de difusión. Condiciones de borde. Otros problemas gobernados por la ecuación de difusión. Métodos de discretización de tipo diferencias finitas en una dimensión: diferencias finitas y volúmenes de control. Volúmenes de control: tratamiento del término fuente, tratamiento de las condiciones de borde. Coeficiente difusivo con variación espacial. Solución de sistemas de ecuaciones: el algoritmo de Thomas. Implementación y programación. Redes no uniformes. Problemas no lineales. Propiedades deseables de un método de discretización: realismo físico y balance global. Implementación de las ecuaciones de discretización en coordenadas polares.
- 2) **Difusión no estacionaria unidimensional.** Ecuación de discretización general. Esquemas explícitos, de Crank-Nicolson y totalmente implícito. Propiedades de los métodos de discretización: estabilidad. Implementación.
- 3) **Generalización a dos y tres dimensiones.** Generalización del método de volúmenes de control a dos y tres dimensiones. Técnicas para el tratamiento de geometrías y condiciones de borde de mediana complejidad con redes cartesianas estructuradas. Implementación de problemas diversos con el programa MULTIMOD.
- 4) **Resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas.** Métodos directos: Eliminación de Gauss, descomposición LU, sistemas tridiagonales, reducción cíclica. Métodos iterativos de resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas: Gauss-Saidel, Gauss-Saidel por líneas, ADI, otros métodos de separación. Métodos de gradientes conjugados y bi-conjugados. Preacondicionamiento. Técnicas de aceleración de convergencia: multigrillas.
- 5) **Convección Difusión.** La ecuación de convección difusión en una dimensión. Características de la solución analítica. Esquemas de discretización: diferencias centradas, upwind, exponencial, híbrido. Formulación generalizada. Diferencias de tercer orden, el esquema QUICK. El diagrama de variable normalizada. Otros esquemas SMART, NOTABLE. Problemas de prueba típicos en dos dimensiones.
- 6) **Resolución de la ecuación de Navier Stokes.** Revisión de algoritmos para la ecuación de Navier Stokes (NS) en flujo incompresible. Métodos de tipo corrección de presión implícita: SIMPLE, SIMPRER, SIMPLEC, PISO. Métodos de pasos fraccionales. Métodos de compresibilidad artificial. Corrección de presión con redes decaladas y redes colocadas. Condiciones de contorno. Problemas de prueba: longitud de entrada en un conducto, análisis de las condiciones de borde a la salida, recirculación, el problema de la cavidad cuadrada con pared móvil. Separación de capas límite, expansión súbita en un conducto.

...///



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

...///-4-

Anexo I de la Res. C.D. N° 411/07 - Expediente N° 8.369/07

7) **Redes no ortogonales. Redes no estructuradas.** El método de volúmenes de control en redes estructuradas no ortogonales. Generación de la red de discretización. Cálculo de los coeficientes. El método de volúmenes de control en redes no estructuradas. Representación de redes no estructuradas mediante matrices ralas. Operaciones con matrices ralas. Implementación.

8) **Formulación entálpica para problemas de cambio de fase.** La ecuación de la energía en su formulación entálpica. Implementación en MULTIMOD.

Bibliografía básica:

Ferziger y Peric. Computational Methods for Fluid Dynamics. Springer, 2nd Ed., 1999.

Patankar, Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Taylor and Francis, 1980. Tannehill, Anderson y Pletcher, Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, 2nd Ed., Taylor and Francis, 1997.

Versteeg y Malalasekera. An introduction to Computational Fluid Dynamics: the Control Volume Method, Addison-Wesley, 1995.

Dr. JORGE FERNANDO YAZLLE
SECRETARIO ACADEMICO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS



Ing. NORBERTO ALEJANDRO BONINI
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS