



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD MORELIA

MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA HIDRODINÁMICA
RELATIVISTA APLICADOS A PROBLEMAS DE
ACRECIÓN Y EYECCIÓN EN JETS ASTROFÍSICOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN GEOCIENCIAS

PRESENTA:

IRVING YOSAFAT ANGEL CAMACHO

TUTORES:

DR. SERGIO MENDOZA RAMOS
DR. SINHUÉ A. R. HARO CORZO

ESCUELA
NACIONAL
DE ESTUDIOS
SUPERIORES



Morelia, Michoacán, 2019

Dedicatoria ...

Agradecimientos

Notación

Introducción

Índice general

| | |
|---|------------|
| Agradecimientos | II |
| Notación | III |
| Introducción | IV |
| 1 Hidrodinámica relativista | 1 |
| §1.1 Introducción | 1 |
| §1.2 Tensor energía-momento | 1 |
| §1.3 Ecuaciones de la hidrodinámica relativista | 1 |
| §1.4 Ecuación de la conservación de la entropía | 1 |
| §1.5 Ondas de choque relativistas | 1 |
| 2 Métodos numéricos | 2 |
| 3 Código aztekas | 3 |
| §3.1 Antecedentes | 3 |
| §3.2 Método x | 3 |
| §3.2.1 Análisis preliminar | 3 |

| | | |
|----------|---|----------|
| §3.2.2 | Discretización aztekas | 3 |
| §3.3 | Estructura del código | 3 |
| §3.3.1 | Archivos base | 3 |
| §3.3.2 | Achivos creados | 3 |
| §3.4 | Funciones importantes | 3 |
| 4 | Pruebas numéricas | 4 |
| §4.1 | Tubo de choque | 4 |
| §4.2 | Casos particulares | 4 |
| §4.2.1 | Colisión de dos ondas de choque | 4 |
| §4.2.2 | Choques internos en jets relativistas | 4 |
| 5 | Conclusiones | 5 |

Índice de figuras

Capítulo 1

Hidrodinámica relativista

1.1. Introducción

1.2. Tensor energía-momento

1.3. Ecuaciones de la hidrodinámica relativista

1.4. Ecuación de la conservación de la entropía

1.5. Ondas de choque relativistas

Capítulo 2

Métodos numéricos

Capítulo 3

Código aztekas

3.1. Antecedentes

3.2. Método x

3.2.1. Análisis preliminar

3.2.2. Discretización aztekas

3.3. Estructura del código

3.3.1. Archivos base

3.3.2. Archivos creados

3.4. Funciones importantes

Capítulo 4

Pruebas numéricas

4.1. Tubo de choque

4.2. Casos particulares

4.2.1. Colisión de dos ondas de choque

4.2.2. Choques internos en jets relativistas

Capítulo 5

Conclusiones