

Tema Selecto: Anillos Planetarios y sistemas anulares. Origen, evolución y dinámica

Dr. Alberto Flandes

January 18, 2012

JUSTIFICACIÓN/MOTIVACIÓN:

El descubrimiento de estructuras anulares en el sistema solar ha sido uno de los grandes avances científicos en las últimas tres décadas. Sabemos ahora que los anillos son estructuras comunes en el Sistema solar y que no sólo todos sus planetas gigantes tienen anillos a su alrededor, sino que también algunas lunas de Saturno y Júpiter poseen anillos, al igual que otros cuerpos como Plutón, y se especula que el planeta Marte también podría estar rodeado de dos anillos asociados a sus lunas.

Los anillos no son objetos sólidos, sino estructuras compuestas por innumerables partículas que pueden ser desde granos de polvo hasta pequeñas lunas. Los descubrimientos de nuevos sistemas anulares se han hecho tanto a través de observaciones desde la Tierra como fuera de ella con naves, satélites y telescopios en órbita. Ejemplos notables han sido los descubrimientos del Telescopio espacial Hubble y las misiones de la NASA y la ESA, Viajero, Galileo, Ulysses y Cassini que han dedicado parte de sus recursos y tiempo de observación al estudio de los anillos planetarios. Quizás la parte más relevante, desde el punto de vista científico es el hecho de que los anillos planetarios son laboratorios naturales que nos ayudan a entender los procesos complejos asociados a la formación y evolución de los sistemas planetarios. En general, el estudio de los anillos planetarios involucra, entre otros, aspectos dinámicos, termodinámicos y fotométricos susceptibles de ser aplicados a otros contextos planetarios y astrofísicos más generales. El objetivo general de este curso es dar un panorama general del estudio de los anillos planetario y proveer de algunas herramientas básicas necesarias para el mismo.

OBJETIVOS:

1. Ubicar a los anillos planetarios dentro de un contexto astrofísico general.
2. Resaltar los aspectos científicos relevantes que motivan el estudio de los anillos planetarios.
3. Distinguir entre los distintos tipos de anillos.
4. Adquirir las herramientas básicas matemáticas y Físicas (entre otras: dinámicas, termodinámicas, magneto-hidrodinámicas y fotométricas) para el estudio de los anillos planetarios.
5. Estudiar algunos procesos básicos relevantes necesarios para el estudio de los anillos planetarios.
6. Estudiar los anillos de los planetas del Sistema solar.
7. Estudiar algunos aspectos y procesos relevantes de los anillos planetarios en algunos anillos específicos como modelos de referencia (p.e. los Anillos principales de Saturno).
8. Estudiar otras estructuras anulares no planetarias del Sistema solar.

9. Desarrollar algunas simulaciones simples por computadora basadas en los modelos de anillos planetarios que se abordan a lo largo del curso.
10. Analizar algunas teorías recientes sobre anillos planetarios a partir de las observaciones de las misiones de los últimos años (principalmente las misiones Cassini, Ulysses y Galileo y el Telescopio Espacial Hubble).

REQUISITOS:

El curso está dirigido a Físicos o graduados de carreras afines. Es deseable, aunque no estrictamente necesario, que el estudiante maneje algún software tipo Mathematica o Maple o idealmente algún lenguaje de programación.

TEMARIO:

1 Fundamentos teóricos I (Sesiones: 6)

1. Origen de los anillos planetarios.
2. Los anillos como gases: Teoría cinética
3. Los anillos como flúidos: Teoría hidrodinámica.
4. Los plasmas y las estructuras anulares.
5. Tamaños y formas de partícula en los anillos
6. Cuerpos efímeros o pilas de escombros
7. Composición de las partículas en los anillos.
8. Transferencia de energía en los anillos.
9. La edad de los anillos.

2 Fundamentos teóricos II: Polvo (Sesiones: 6)

1. Definición
2. Balance de fuerzas
3. Fuentes y composición
4. Mecanismos básicos de carga electrostática
5. Plasmas polvosos
6. Dinámica
7. Colisiones entre granos de polvo cargados eléctricamente.
8. La vida de los granos de polvo

3 Los anillos de Saturno

3.1 Los anillos Principales de Saturno(Sesiones: 2)

1. Origen y evolución
2. Los anillos C, D y la División de Cassini.
3. El anillo B
4. El anillo A
5. Estudios térmicos de los anillos.

3.2 Anillos exteriores (Sesiones: 2)

1. El anillo E
2. Encelado, Rea y su relación con el anillo E
3. Anillo F y G
4. El superanillo

3.3 Interacciones entre lunas y anillos (Sesiones: 3)

1. Resonancias
2. Modelo del Péndulo
3. Pastoreo
4. Confinamiento longitudinal

3.4 Elementos básicos para simulaciones (Sesiones: 5)

1. Simulaciones de N-cuerpos
2. Estabilidad, inestabilidad y sobre-estabilidad
3. Procesos estocásticos
4. Camino aleatorio
5. Procesos de Markov y simulaciones Monte Carlo
6. Ray Tracing

4 Los anillos de Júpiter (Sesiones: 3)

1. Halo, Anillo principal y anillos ténues
2. El anillo Galileano
3. El toro de plasma
4. Jets de polvo

5 Los anillos de Urano y Neptuno (Sesiones: 2)

1. Dinámica y estructura básicas
2. Modelo de Porco
3. Modelo de Salo

6 Otros estructuras anulares (Sesiones: 2)

1. El anillo de polvo solar
2. El cinturón de asteroides
3. El cinturón de Kuiper
4. Los posibles anillos de polvo de Marte

7 Bibliografía

1. Larry W. Esposito, Planetary Rings (Cambridge Planetary Science), Cambridge University Press, 2006
2. Saturn from Cassini-Huygens, edited by Michele Dougherty, Larry Esposito and Stamatios Krimigis, Springer Science + Business Media B. V. 2009.
3. Jupiter: The Planet, Satellites and Magnetosphere (Cambridge Planetary Science). edited by Fran Bagenal, Timothy E. Dowling and William B. McKinnon, Cambridge University Press, 2004.
4. Physics of Planetary Rings: Celestial Mechanics of Continuous Media (Astronomy and Astrophysics Library) by Alexei M. Fridman, Nikolai N. Gorkavyi and Dieter Haar Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.

8 Mecanismos de Evaluación

La evaluación se concentra en dos exámenes, 1 ó 2 exposiciones orales (El número y tiempo de las exposiciones dependerá del número de alumnos inscritos) de los temas contenidos en el temario y tareas relativas a los mismos. El peso de cada uno de los rubros se considera como sigue:

- Examen Intermedio: 25%
- Examen Final: 25%
- Exposiciones: 25%
- Tareas: 25%