

INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA ESPACIAL

Objetivo general: Introducir a los alumnos al estudio del origen e interacción entre la actividad solar, el medio interplanetario, la Tierra, otros cuerpos planetarios y los rayos cósmicos.

Metodología: Teórica.

Evaluación: Este curso se evaluará mediante tareas, presentación de trabajos escritos y seminarios. Adicionalmente el profesor puede evaluar también la asistencia a Estaciones y Observatorios.

1. CONCEPTOS BÁSICOS

Objetivo: Hacer un recordatorio de los conceptos básicos de Electromagnetismo e introducir algunos conceptos de la Magnetohidrodinámica.

1.1 Introducción

1.2 Las ecuaciones de Maxwell

1.2.1 La ecuación de onda

1.2.2 Las leyes de Lorentz y de Ohm

1.2.3 La ecuación de Inducción

1.3 Conceptos de Magnetohidrodinámica

1.3.1 Los números de Reynolds, Mach y Prandtl y el parámetro β

1.3.2 El teorema de Alfvén

1.4 Ondas Magnetohidrodinámicas

1.4.1 Ondas de Alfvén

1.4.2 Ondas rápidas y lentas

1.5 Movimiento de partículas en campos

1.5.1 Movimiento de partículas en campos eléctricos y magnéticos uniformes

1.5.2 Movimiento de partículas en un campo gravitacional

1.5.3 Movimiento de partículas en campos magnéticos no uniformes

1.6 Invariantes adiabáticos

1.6.1 El primer invariante adiabático: Momento magnético μ

1.6.2 El segundo invariante adiabático: Movimiento longitudinal

1.6.3 El tercer invariante adiabático: Asociado con el movimiento de deriva

2. EL SOL

Objetivo: Describir el Sol y su actividad

2.1 Introducción

2.2 Interior

2.2.1 Modelo estelar

2.2.2 Horno nuclear

2.2.3 Transporte de energía

2.3 Atmósfera

- 2.3.1 Superficie
- 2.3.2 La región de más fría
- 2.3.3 Aumento de temperatura

2.4 Actividad

- 2.4.1 Campo magnético
- 2.4.2 Explosiones
- 2.4.3 Filamentos (Nubes solares)
- 2.4.4 Eyecciones d masa coronal

3. EL VIENTO SOLAR

Objetivo: Describir el origen, características y propagación del viento solar en el medio interplanetario. Describir su interacción con cuerpos planetarios

3.1 Introducción

3.2 Nacimiento del viento solar (Algunas predicciones)

3.3 Perturbaciones en el viento solar

- 3.3.1 El campo magnético
- 3.3.2 La hoja de corriente
- 3.3.3 Variaciones en la velocidad del viento solar
- 3.3.4 Eyecciones de masa coronal interplanetarias

3.4 Interacción del viento solar con cuerpos planetarios

- 3.4.1 Interacción tipo terrestre
- 3.4.2 Interacción tipo Venus
- 3.4.3 Interacción tipo cometa
- 3.4.4 Interacción tipo lunar
- 3.4.5 El concepto de Heliosfera

4. LA MAGNETOSFERA TERRESTRE

Objetivo: Estudiar la coraza magnética de la Tierra y los procesos que en ella ocurren. Comparación con otras magnetosferas planetarias.

4.1 Introducción

4.2 El campo geomagnético

- 4.2.1 Breve historia del geomagnetismo
- 4.2.2 Origen del campo geomagnético y fuentes internas y externas
- 4.2.3 Coordenadas geomagnéticas
- 4.2.4 Variaciones geomagnéticas
- 4.2.5 Perturbaciones geomagnéticas e índices geomagnéticos

4.3 La magnetosfera terrestre

- 4.3.1 El frente de choque
- 4.3.2 Magnetofunda
- 4.3.3 Magnetopausa
- 4.3.4 Conos polares
- 4.3.5 Hoja neutra y hoja de plasma

- 4.3.6 Plasmaesfera
- 4.3.7 Anillos de radiación de Van Allen
- 4.3.8 Sistemas de corrientes
- 4.3.9 Magnetocola
- 4.4 Magnetosferas planetarias
 - 4.5.1 La magnetosfera joviana
 - 4.5.2 La magnetosfera de Saturno
 - 4.5.3 La magnetosfera de Urano
 - 4.5.4 La magnetosfera de Neptuno
- 4.5 Fuentes de Plasma Magnetosférico

5. LA ATMÓSFERA TERRESTRE

Objetivo: Describir la atmósfera terrestre neutra e ionizada.

- 5.1 Introducción
- 5.2 La atmósfera neutra
 - 5.2.1 Atmósfera terrestre original
 - 5.2.2 Composición
 - 5.2.3 Estructura
 - 5.2.4 Balance de energía
 - 5.2.5 Equilibrio hidrostático
 - 5.2.6 Inestabilidad convectiva
- 5.3 La ionosfera
 - 5.3.1 Estructura vertical ionosférica y sus variaciones normales
 - 5.3.2 Variaciones ionosféricas anómalas
 - 5.3.3 Propagación de ondas y frecuencia crítica
- 5.4 Atmósferas Planetarias
 - 5.4.1 Atmósfera de los planetas terrestres
 - 5.4.2 Atmósfera de los planetas gigantes y sus satélites

6. LOS RAYOS CÓSMICOS

Objetivo: Describir la composición y origen de los rayos cósmicos y su interacción con la heliosfera y con nuestro planeta.

- 6.1 Introducción
- 6.2 Historia de la investigación de los rayos cósmicos
 - 6.2.1 Descubrimiento y primeras investigaciones
 - 6.2.2 Rayos cósmicos ¿Radiación electromagnética o partículas?
 - 6.2.3 Interacción de la radiación cósmica con la materia
- 6.3 El campo geomagnético y los rayos cósmicos
 - 6.3.1 Efecto Este-Oeste
 - 6.3.2 Rigidez umbral
- 6.4 Características generales de la radiación cósmica primaria
 - 6.4.1 Composición química
 - 6.4.2 Espectro de energía
- 6.5 Los rayos cósmicos en la atmósfera terrestre

- 6.5.1 Interacciones nucleares en la atmósfera
- 6.5.2 Chubascos atmosféricos
- 6.6 El Sol y los Rayos Cósmicos
 - 6.6.1 Variaciones de la intensidad
 - 6.6.2 Rayos cósmicos solares
- 6.7 Teorías del Origen de los Rayos Cósmicos.
 - 6.7.1 Mecanismos de aceleración
 - 6.7.2 Relojes en los rayos cósmicos
 - 6.7.3 Galácticos vs. Extragalácticos

7. RELACIONES SOL-TIERRA

Objetivo: Presentar el efecto de la actividad solar en el clima y en la biota

- 7.1 Introducción
- 7.2 Indicadores terrestres de la actividad solar
 - 7.2.1 Indicadores históricos de la actividad solar
 - 7.2.2 Indicadores de largo plazo de la actividad solar
- 7.3 Efectos de la irradiancia solar en la atmósfera terrestre
 - 7.3.1 Irradiancia y su interacción atmosférica
 - 7.3.2 La temperatura de la Tierra
- 7.4 Algunos fenómenos climáticos y su posible relación con la actividad solar
 - 7.4.1 Correlaciones con el ciclo solar
 - 7.4.2 Respuesta de la baja atmósfera a fenómenos solares de corta duración
 - 7.4.3 El Niño
- 7.5 El Sol y sus efectos en la tecnología
- 7.6 Breve Introducción a la Heliogeobiología
 - 7.6.1 Efecto de los campos electromagnéticos naturales en los seres vivos
 - 7.6.2 Algunos ejemplos de la interacción actividad solar-salud humana
 - 7.6.3 Campos electromagnéticos producidos por el hombre

8. PLANETOLOGIA

Objetivo: Presentar las características geológicas y los procesos geofísicos que se llevan a cabo en los cuerpos planetarios del Sistema Solar.

- 8.1 Introducción
- 8.2 Origen y clasificación de los cuerpos del Sistema Solar
 - 8.2.1 Teorías sobre el origen del Sistema Solar
 - 8.2.2 Clasificación de los cuerpos del Sistema Solar
- 8.3 Procesos superficiales
 - 8.3.1. Fuentes de energía
 - 8.3.2 Procesos planetarios
 - 8.3.3 Craterismo de impacto

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- 1) Introduction to plasma physics
Francis F. Chen
Plenum Press, 1974
- 2) Introduction to the Space Environment.
Thomas F. Tascione.
Krieger Publ. Co., 1994.
- 3) The Sun Our Star
Robert W. Noyes
Harvard University Press, 1982.
- 4) Guide to the Sun
Kenneth J.H. Phillips
Cambridge Univ. Press, 1992.
- 5) Los Rayos C3smicos: Mensajeros de las Estrellas
Javier A. Otaola y Jos3 F. Vald3s-Galicia
Vol. 108 de la Serie la Ciencia desde M3xico.
Fondo de Cultura Econ3mica, M3xico 1992.
- 6) The Upper Atmosphere and Solar Terrestrial Relations
J. K. Hargreaves,
K. Van Nostrand, 1979.
- 7) Handbook of Geophysics and the Space Environment
Editor: Adolph S. Jursa,
Air Force Geophysics Laboratory, 1995.
- 8) El Sol y la Tierra: una Relaci3n Tormentosa
Otaola Javier, Blanca Mendoza y Rom3n P3rez
Vol. 114 de la Serie la Ciencia desde M3xico,
Fondo de Cultura Econ3mica, 1993.
- 9) Introduction to Planetary Geology
Billy P. Glass
Cambridge University Press, 1982.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

The New Solar System

Beatty, B. O' Ed.

Cambridge University, 1982.

2) Physics of the Earth and the Solar System

Bertotti and P. F. Arinella

Dordrech Kluwer Ac. Press, 1990.

3) Solar System Plasma Physics

H. Waite and J. L. Burch

Am. Geophys. Union. Geophysical Monograph 84, 1994.

4) Los Rayos Cósricos

B. Rossi

Ed. Suramerica, Argentina, 1966.

5) High Energy Astrophysics

M. Longair

Cambridge University Press, Second Edition, 1998.

6) Astrophysics of the Sun

Harold Zirin

Cambridge Univ. Press, 1989.