

**Universidad de Costa Rica  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Física  
Curso FS-0622 “Tópicos de Física II (Física de  
Plasmas)”**

**Carta al Estudiante  
Ciclo I-2017**

**Créditos: 3  
Horas de teoría: 3  
Requisitos: FS-0408, FS-0409, MA-1005, FS-0527  
Profesor: Dr. Iván Vargas Blanco**

**Miércoles 15 de marzo de 2017**

## 1.) **Justificación e importancia del curso**

El establecimiento de la subsidiaria en nuestro país de la empresa *Ad Astra Rocket Company*, empresa dedicada al desarrollo del Motor de Magnetoplasma de Impulso Específico Variable VASIMR así como la creación en el Instituto Tecnológico de Costa Rica del Laboratorio de Plasmas para Energía de Fusión y Aplicaciones, han generado la creciente necesidad de disponer de recurso humano especializado en el tema de física de plasmas.

Cabe destacar que el ITCR dentro de su laboratorio de plasmas tiene en funcionamiento el primer dispositivo de confinamiento magnético de plasmas de tipo Stellarator en Latinoamérica (llamado SCR-1, Stellarator de Costa Rica 1) y de igual manera se encuentran implementando otro dispositivo también de confinamiento magnético de plasmas pero de tipo tokamak esférico llamado MEDUSA-CR (Madison EDUcational Small Aspect-ratio de Costa Rica). Adicional este laboratorio cuenta con una estación para investigación en plasmas industriales así como equipo para diagnóstico de plasmas.

Sin duda, la oferta de este curso optativo en el plan de estudios de la carrera de Bachillerato en Física, aumentará el interés de los estudiantes en participar de las actividades de investigación en física de plasmas que se realizan en Costa Rica.

## 2.) **Propósitos**

- 2.1) Transmitir los conocimientos básicos de la física de plasmas.
- 2.2) Promover la discusión crítica entre los estudiantes de los fenómenos presentes en el plasma.
- 2.3) Dar a conocer las líneas actualmente en investigación en física de plasmas en el país y el mundo.
- 2.4) Motivar a los estudiantes a realizar investigación en física de plasmas.

## 3.) **Objetivos**

- 3.1) Definir el concepto y criterios para un plasma.
- 3.2) Inferir las ecuaciones que describen el comportamiento de las partículas cargadas en campos magnéticos constantes, no uniformes y que cambian con el tiempo.
- 3.3) Desarrollar las ecuaciones de la magnetohidrodinámica (MHD), de continuidad, de balance de momentum y ecuación de estado, así como las derivas del plasma como fluido.
- 3.4) Encontrar las distintas ondas electrostáticas, hidromagnéticas, magnetosónicas, y electromagnéticas presentes en plasmas.
- 3.5) Describir las colisiones, la conductividad y la difusión en plasmas parcial y totalmente ionizados.
- 3.6) Describir las condiciones de equilibrio y estabilidad para los plasmas.

#### 4.) Estructura del curso

El curso se compone de seis unidades para las cuales se han definido contenidos y objetivos.

#### 5.) Unidades del curso

1. Introducción
2. Partículas cargadas en campos magnéticos y eléctricos
3. Plasma como fluido
4. Ondas en plasmas
5. Difusión y resistividad
6. Equilibrio y estabilidad

#### 6.) Contenido del curso

##### Contenido

##### Unidad 1. Introducción

1. Ocurrencia de plasmas en la naturaleza
2. Definición de plasma
3. Concepto de temperatura
4. Apantallamiento de *Debye*
5. El parámetro del plasma
6. Criterios para un plasma
7. Aplicaciones de los plasmas

##### Objetivos

##### Unidad 1

1. Conocer los distintos plasmas que se dan en la naturaleza
2. Definir el concepto de plasma
3. Comprender el concepto de temperatura y su uso en plasmas
4. Explicar el apantallamiento de *Debye*
5. Distinguir los criterios que definen un plasma
6. Conocer las aplicaciones de los plasmas

##### Unidad 2. Partículas cargadas en campos magnéticos y eléctricos

1. Movimiento de una partícula cargada en un campo magnético y eléctrico constante
2. Movimiento de una partícula cargada en un campo magnético y eléctrico no uniformes
3. Movimiento de una partícula cargada en un campo magnético y eléctrico que cambian con el tiempo
4. Invariantes adiabáticos

##### Unidad 2

1. Inferir las ecuaciones que describen el comportamiento de las partículas cargadas en campos magnéticos y eléctricos constantes, no uniformes y que cambian con el tiempo
2. Explicar las invariantes adiabáticas

### **Unidad 3. Plasma como fluido**

1. Plasma como un colectivo de partículas
2. Plasma como un fluido
  
3. Ecuaciones de la magnetohidrodinámica (MHD), de continuidad, de balance de momentum y ecuación de estado
4. Derivas de fluido
  
4. Teoría de plasma como fluidos múltiples
5. Teoría de plasma como fluido único

### **Unidad 4. Ondas en plasmas**

1. Representación de ondas
  
2. Velocidad de grupo y velocidad de fase
  
3. Oscilaciones del plasma
  
4. Ondas electrostáticas
  
5. Ondas hidromagnéticas y ondas magnetosónicas.
6. Ondas electromagnéticas
7. Diagrama *Clemmow-Mullaly-Allis*
8. Amortiguamiento de *Landau*

### **Unidad 5. Difusión y resistividad**

1. Colisiones en plasmas débilmente ionizados
  
2. Colisiones en plasmas totalmente ionizados
  
2. Conductividad AC y DC en plasmas
  
3. Difusión en plasmas débilmente ionizados

### **Unidad 3**

1. Explicar el plasma como un fluido
2. Inferir las ecuaciones de la magnetohidrodinámica, de continuidad, de balance, de momentum y ecuación de estado
3. Interpretar las derivadas de fluido
  
4. Teorizar la descripción de un plasma como fluidos múltiples y como fluido único

### **Unidad 4**

1. Distinguir la diferencia entre la velocidad de fase y la velocidad de grupo
2. Explicar las distintas ondas electrostáticas, electromagnéticas, hidromagnéticas y magnetosónicas que se dan en el plasma.
3. Interpretar el diagrama de *Clemmow-Mullaly-Allis*
4. Comprender el Amortiguamiento de *Landau*

### **Unidad 5**

1. Explicar las ecuaciones que describen las colisiones en plasmas débilmente ionizados y totalmente ionizados
2. Inferir las ecuaciones que describen la conductividad AC y DC en plasmas
3. Explicar las ecuaciones que describen la difusión en plasmas débilmente ionizados y totalmente ionizados
3. Comprender el uso de la difusión de *Bohm* y la difusión neoclásica

4. Difusión en plasma totalmente ionizados
5. Difusión *Bohm* y Difusión neoclásica

### Unidad 6. Equilibrio y estabilidad

1. Introducción
2. Equilibrio hidromagnético
3. El concepto de beta
4. Difusión del campo magnético dentro del plasma
5. Clasificación de inestabilidades
6. Inestabilidad *Two-stream*
7. Inestabilidad gravitacional
8. Ondas de deriva resistiva
9. Inestabilidad de *Weibel*

### Unidad 6

1. Comprender el equilibrio hidromagnético
2. Explicar el concepto de beta
3. Comprender la difusión del campo magnético dentro del plasma
4. Explicar las principales inestabilidades en el plasma

## 7.) Metodología

Exposiciones magistrales con ayuda de recursos audiovisuales: microcomputador, proyector de haces de vídeo, pizarra acrílica. Se realizará una visita al Laboratorio de Plasmas del ITCR y a las instalaciones de la compañía Ad Astra Rocket en Liberia, Guanacaste.

## 8.) Recursos

- ❖ Se suministrará material de apoyo en formato digital: lecturas de clase, imágenes.
- ❖ Microcomputador, proyector de haces de vídeo, acceso a Internet.

## 9.) Evaluación

Instrumento	Porcentaje
Dos exámenes parciales con un peso de 25% cada uno	50%
Cinco tareas con un peso de 5% cada una	25%
Un trabajo de investigación	25%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

## Cronograma con fechas de las evaluaciones

Semana	Temas	Fecha	Actividad
11: 13-17 marzo	Unidad 1		
12: 20-24 marzo	Unidad 1		
13: 27-31 marzo	Unidad 2		
14: 03-07 abril	Unidad 2		
15: 10-14 abril	Unidad 2		
16: 17-21 abril	<b>Semana Santa</b>		Semana santa
17: 24-28 abril	Unidad 3	26 de abril	1ª y 2ª. Tarea (Unidades 1 y 2)
18: 01-05 mayo	Unidad 3		
19: 08-12 mayo	<b>Examen Unidades 1,2</b>	10 de mayo	<b>1er. Examen parcial</b>
20: 15-19 mayo	Unidad 3		
21: 22-26 mayo	Unidad 3		
22: 29 mayo-02 junio	Unidad 4		
23: 05-09 junio	Unidad 4	07 de junio	3ª. Tarea (Unidad 3)
24: 12-16 junio	Unidad 5		
25: 19-23 junio	Unidad 5		
26: 26-30 junio	Unidad 6	28 de junio. Visita al Lab de Plasmas del TEC	4ª. Tarea (Unidad 4)
27: 03-07 julio	Unidad 6		
28: 10-14 julio	<b>Examen Unidades 3,4,5</b>	Examen el 12 de julio. Entrega de promedios viernes 21 de julio	<b>2do. Examen parcial/5ª. Tarea (Unidad 5)</b>
29: 17-21 julio		19 de julio Examen de Ampliación / Viaje a Ad Astra Rocket el 21 de julio	Examen de Ampliación

## 10.) Bibliografía

1. Chen F. (2015). Introduction to plasmas physics and controlled fusion, Springer. (Libro de texto) Edición: 3 (17 de diciembre de 2015)
2. Goldston R.J., Rutherford P.H. (2000). Introduction to plasma physics, Institute of Physics Publishing.
3. Umran S. Inan and Marek Golkowski. Principles of Plasma Physics for Engineers and Scientists, Cambridge University Press.
4. Reece Roth J. (1995). Industrial Plasma Physics: Volume 1, Institute of Physics Publishing
5. Dendy R.O., (1995). Plasma Physics: An Introductory Course, Cambridge University Press.
6. Stix T.H. (1992). Waves in Plasmas, AIP Press.
7. Hutchinson I.H. (2005). Principles of Plasma Diagnostics (2nd Ed), Cambridge University Press