

Introducción a la Física de Plasmas y sus aplicaciones espaciales

(INTRODUCTION TO PLASMA PHYSICS AND ITS SPACE APPLICATIONS)

Asignatura Optativa del 2º Semestre de GIA

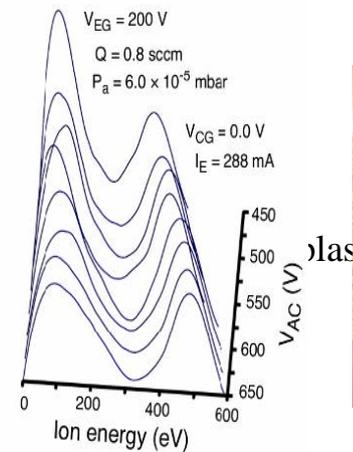
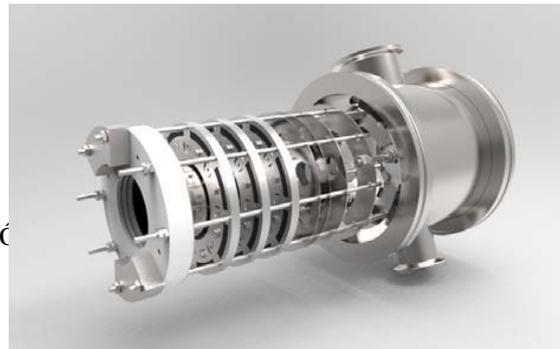
Curso 2021-2022 , 3 ECTS

Profesores: Dr. José Manuel Donoso y Dr. Luis Conde

PLASMALAB-ETSIAE-UPM. Departamento de Física Aplcada FAIAN-ETSIAE

**Temas: Física de plasmas. Modelización del Plasma. Entorno espacial.
Propulsión iónica. Aplicaciones en la industria aeroespacial.**

- Materia teórico-práctica introductoria a la **física del plasma** y su relación con la ingeniería aeroespacial: conocimiento de fundamentos teóricos, entorno espacial y aplicaciones tecnológicas, como la **propulsión espacial por plasma**.
- Conocimiento de **teoría** y de **técnicas básicas** de diagnosis de plasmas.
- Muestra del prototipo de motor de propulsión por plasma *Adaptable Low Power Hybrid Ion Engine (ALPHIE)*, patente del grupo PlasmaLab de la ETSIAE-UPM
- Posibilidad de realización de *TFG/TFM* (teórico-computacional-experimental) no-reglado, incorporando al alumno al Grupo de Investigación



Objetivos y metodología.

Objetivos

- Introducir **la física básica de plasmas y de sus aplicaciones** más importantes en la ingeniería aeroespacial (propulsión, comunicaciones, etc.).
- Conocer los fundamentos básicos de la **teoría de plasmas y modelos físico-matemáticos** para su descripción.
- Entender e identificar el plasma (ionosfera, magnetosfera, etc.) como el medio natural del entorno espacial.

Metodología

- Clases magistrales y problemas prácticos. Trabajo del alumno en problemas tipo. Puesta en común.
 - Prácticas magistrales en el Laboratorio de plasmas de la Escuela para grupos reducidos de alumnos. (por la **situación COVID**, se dará probablemente, en su lugar, información).
 - Eventualmente: Visitas guiadas a otros centros de investigación públicos (Ciemat, CSIC, etc) con grandes instalaciones. (Canceladas por la situación sanitaria **COVID**).
- Eventualmente: conferencias serán impartidas en el aula por profesores y especialistas invitados (serían por video-conferencia probablemente).

Horarios (adaptables a situación COVID, presencial/telemática).

- Asignatura de 3 ECTS, unas **30 horas** de clase directa
 - **Asistencia a clase** (regular, más del 80%, para interactuar con compañeros y profesores)
 - Trabajo en clase y trabajo personal a tener en cuenta.
- Horarios propuestos por la ETSIAE para 4^a de GIA: 2 horas/semana (propuesto por Secretaría antes de octubre, sobre 16 semanas de clase) :

Curso 2021-2022

| | | CUARTO CURSO con Asignaturas Optativas | | | | | Horarios | | SEMESTRE 2º (8º de la Titulación) | | | | |
|--------------------------|-------|--|-------|--------|---------------|-----------------|-------------------|-------|-----------------------------------|-------------------|-------|--------------|-------|
| | | Lunes | | Martes | | | Miércoles | | Jueves | | | Viernes | |
| | | ATA | Todas | CTA | VA y CTA | VA, PA y CTA | VA, PA, ATA y CTA | Todas | VA y CTA | VA, PA, ATA y CTA | Todas | VA, PA y CTA | Todas |
| HORARIO DE CLASES MAÑANA | 8:30 | | | | | | | | | | | | |
| | 9:30 | | | | APAC (Fluent) | | | | APAC (Fluent) | | | | |
| | 10:30 | | | | | | | | | | | | |
| | 10:45 | | | | | | | | | | | | |
| | 11:45 | | | | | InNas (NASTRAN) | SIGFE | | | | | | |
| | 12:45 | | CAS | | | | | | | | | | |
| | 13:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 13:45 | | | | | | | | | | | | |
| | 14:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 14:30 | | | | | | | | | | | | |
| 14:45 | | | | | | | | | | | | | |
| 15:00 | | | | | | | | | | | | | |
| HORARIO DE CLASES TARDE | 16:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 17:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 17:30 | | CAP | | | | | | | | | | |
| | 18:00 | | | | | | | | | | | | |
| | 18:15 | | | | | | | | | | | | |
| | 19:15 | | | | | | | | | | | | |
| | 20:15 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Propuesta de Modificación:

horarios en torno a la franja horaria dada, **3 horas/semana** (para acabar antes de mayo)

Horarios y cronograma de clases.

Curso IFPAE. Condensado en 10 semanas del segundo semestre , según:

- ❑ Luis Conde: Miércoles 1h 30 min y Jueves 1h 30 min. Semanas 1, 2, 3, 8, 9 y 10
- ❑ José Manuel Donoso: Jueves 1h 30 min. Miércoles 1h 30 min. Semanas 3, 4, 5 , 6 , 7 y 8

| febrero 2022 | | | | | | |
|--------------|----|--------------------|----|---------|----|----|
| L | M | X | J | V | S | D |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | | Inicio . AULA A 38 | | deLunes | | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28 | | | | | | |

| marzo 2022 | | | | | | |
|------------|----|----|----------|----|----|----|
| L | M | X | J | V | S | D |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | | | 15 horas | | | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28 | 29 | 30 | 31 | | | |

| abril 2022 | | | | | | |
|------------|----------|----|----------|----|----|----|
| L | M | X | J | V | S | D |
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | De lunes | | 24horas | | | |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| | | | 30 horas | | | |

| mayo 2022 | | | | | | |
|-----------|----------------------------------|------------------------|----------------|----|----|----|
| L | M | X | J | V | S | D |
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | posibe recuperar clase | | | | |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | Fijar día para pon | | examen/trabajo | | | |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| | Fijar día entrega trabajo/examen | | | | | |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

- ❑ Horas complementarias, posibles **modificaciones**, etc. : se notificarán **por e-mail**

Programa básico (según Guía Docente, adaptado al tiempo disponible)

1. Presentación. Introducción a los plasmas y gases ionizados en la naturaleza y el medio espacial, y sus aplicaciones aeroespaciales.
2. Densidad, temperatura, Longitud de Debye, frecuencia y otros parámetros básicos. Radio de Larmor, plasmas magnetizados. Clasificación de los plasmas
3. Repaso de Propiedades fundamentales, del gas neutro y comparación con los plasmas. Descripción cinética en el equilibrio, distribución de Maxwell–Boltzmann.
4. Sección eficaz y recorrido libre medio. Cálculos de ordenes de magnitud.
5. Descripción temporal. Ecuaciones cinéticas. Aproximación no colisional.
6. Colisiones en plasma, Teoría cinética colisional. Modelos simples.
7. Aplicación: Transporte de materia, momento y energía. Conductividades.
8. Ecuaciones par descripción como fluido. Aproximaciones para diferentes plasmas sus parámetros característicos.
9. Aplicaciones. Vainas. Confinamiento. Escalas espaciotemporales entre especies.
10. Propulsión por plasma en el espacio. Fundamentos de la propulsión por plasma. Clasificación de los diferentes sistemas propulsivos. Principales tipos de motores de plasma comerciales; HET, GIT y HEMPT .

- ❖ Se proporcionará **bibliografía** especializada para cada tema, como capítulos de libros, material de elaboración propia, artículos científicos, etc.
- ❖ Este material se alojará en la **página web** de la asignatura

- ❖ <http://plasmalab.aero.upm.es/~jmdv/PlasmaGIA/guiones.html>

- ❖ y/o en el canal de **TEAMS PlasmasIFPAE2022** como *Archivos de Clase*. Vínculo:

https://teams.microsoft.com/l/team/19%3asb8-Lm6i4IJ-MqHSzkK-s7-ng_fjtXJpSU5-mRQ1p5w1%40thread.tacv2/conversations?groupId=f824c70b-26bb-4107-9e3e-d2f17f148f33&tenantId=6afea85d-c323-4270-b69d-a4fb3927c254

- ❖ **No se grabarán las conferencias ni tutorías o clases** no presenciales si las hubiera. En su lugar daremos documentos, problemas resueltos y eventualmente, algunas clases en formato de **audio-video** a modo de resumen sobre los **Guiones** de Clase.

Procedimiento de Evaluación.

Se valorará el Trabajo en clase: interacción con el profesor y resto de compañeros (se tomará nota de la asistencia, en clases a distancia por TEAMS).

La **asistencia a clase** contará para decidir posible subida de la calificación en caso de duda (subir de N a Sb, de Sb a MH ...). Se debe **asistir a las clases** (o mayoría de ellas. Más del 80%, salvo causas justificadas).

Examen final: 100% de la calificación numérica. Consistirá en:

Resolución, *como un trabajo de investigación*, **no presencial e individual**, de una colección de problemas sobre contenidos y modelos de problemas vistos en clase. Los problemas estarán distribuidos *en tres grupos de dificultad creciente* :

- **Nivel A:** 10 cuestiones simples a elegir 7 para aprobar (5 puntos).
- **Nivel B:** para subir de 5 a 7. Un problema con 2 ó 3 apartados.
- **Nivel C:** problemas de mayor dificultad para subir gradualmente la nota, hasta alcanza MH (si se completa todo).

Se valorarán *comentarios y razonamientos personales*. Habrá de presentarse la resolución a modo de informe **personal, manuscrito**, y en la fecha y lugar indicados. **Se darán instrucciones** en el enunciado que se pondrá en la Web en fichero protegido por clave (enviada por e-mail).

En caso de tener que ir a **Examen Final (Ordinario y/o el Extraordinario)** éste será **presencial, de 10 preguntas** y duración de unas tres horas (sin libros ni otro material, salvo un formulario personal en la cara de un folio).

Tales exámenes se convocarán por e-mail, dando lugar y fechas (9 de junio y 11 de julio, turno de mañana)

Tutorías y consultas:

- Los profesores disponen de un horario de tutorías para la atención de todos los alumnos de las asignaturas que imparte, no obstante, para esta materia aconsejamos que se **planteen dudas al final de la clase**, o al principio de la misma. Si las dudas requieren de más atención se puede concertar una tutoría por **TEAMS**, según disponibilidad de alumnos y el profesor.
- No resolveremos dudas por **correo electrónico** y pedimos que este medio se use **sólo si es estrictamente necesario**, o para solicitar tutoría si no ha sido posible hacerlo en clase.
- Como norma general **NO** se responden dudas de la materia mediante correo electrónico y tampoco se emplea en esta materia la plataforma *Moodle*.
- La página web de la asignatura se actualizará a menudo, después de cada clase, con las presentaciones, notas de clase, archivos corregidos, AVISOS, etc. Es necesario **visitar el sitio web frecuentemente** para descargar el material nuevo y el revisado.
- Para otras cuestiones consultar al Prof. Coordinador de la asignatura (Prof. Donoso).

Bibliografía: Además del material propio, y el que se recomendará en para cada tema, pueden ser útiles los textos siguientes

- *Principles of Plasma Physics for Engineers and Scientists*. U. S. Inan y M. Golkowski. Cambridge University Press (2011).
- *Introduction to Plasma Technology. Science: Engineering and Applications*. J.E. Harry. Wiley-VCH (2010).
- *An Introduction to Plasma Physics and its Space Applications*. Volumes, 1 and 2 . L . Conde . IOP Publishing (2018, 2020).
- *Fundamentals of electric propulsion*. M.D. Goebel y I. Katz. Wiley and Sons (2008).

Otras referencias la (ver ficha de la asignatura) y recursos se anunciarán oportunamente en clase

Material complementario en la Web de PlasmaLab y páginas web con información:

<http://plasmalab.aero.upm.es/>

<http://plasma-gate.weizmann.ac.il/directories/plasma-on-the-internet/>

Plasmas.

