

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Astrofísica

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

**Física Solar y Clima Espacial
(2023 - 2024)**

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Física Solar y Clima Espacial	Código: 275462124
- Centro: Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado - Lugar de impartición: Facultad de Ciencias. Sección de Física - Titulación: Máster Universitario en Astrofísica - Plan de Estudios: 2013 (Publicado en 2014-02-11) - Rama de conocimiento: Ciencias - Itinerario / Intensificación: - Departamento/s: Astrofísica - Área/s de conocimiento: Astronomía y Astrofísica - Curso: 2 - Carácter: Optativo - Duración: Primer cuatrimestre - Créditos ECTS: 6,0 - Modalidad de impartición: Presencial - Horario: Enlace al horario - Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es - Idioma: Castellano e inglés	

2. Requisitos de matrícula y calificación

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: MANUEL ARTURO COLLADOS VERA
- Grupo: G1 (único)
General - Nombre: MANUEL ARTURO - Apellido: COLLADOS VERA - Departamento: Astrofísica - Área de conocimiento: Astronomía y Astrofísica
Contacto - Teléfono 1: - Teléfono 2: - Correo electrónico: mcvera@ull.edu.es - Correo alternativo: - Web: http://www.campusvirtual.ull.es
Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	

Observaciones:

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	

Observaciones:

Profesor/a: FERNANDO MORENO INSERTIS

- Grupo: **G1 (único)**

General

- Nombre: **FERNANDO**
- Apellido: **MORENO INSERTIS**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

Contacto

- Teléfono 1:
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **fminsert@ull.edu.es**
- Correo alternativo:
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
12-09-2023	21-12-2023	Lunes	12:00	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento Astrofísica
12-09-2023	21-12-2023	Martes	12:00	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento Astrofísica
12-09-2023	21-12-2023	Miércoles	12:00	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento Astrofísica
12-09-2023	21-12-2023	Jueves	12:00	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento Astrofísica
09-01-2024	19-01-2023	Lunes	13:00	14:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento
09-01-2024	19-01-2023	Martes	13:00	14:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento
09-01-2024	19-01-2023	Miércoles	13:00	14:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento

09-01-2024	19-01-2023	Jueves	13:00	14:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Departamento
------------	------------	--------	-------	-------	--	--------------

Observaciones:

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Viernes	10:00	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	

Observaciones:

Profesor/a: ELENA KHOMENKO

- Grupo: **G1 (único)**

General

- Nombre: **ELENA**
- Apellido: **KHOMENKO**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

Contacto

- Teléfono 1:
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **khomenko.iac@gmail.com**
- Correo alternativo:
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	16

Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	16
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	16
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	16

Observaciones:

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	10:30	11:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	16
Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	11:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	16
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:30	11:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	16
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	11:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	16

Observaciones:

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura:
Perfil profesional:

5. Competencias

Competencia Específicas

CE1 - Comprender los esquemas conceptuales básicos de la Astrofísica

CE2 - Comprender la estructura y evolución de las estrellas

CE10 - Utilizar la instrumentación científica actual (tanto la basada en Tierra como en el Espacio) y conocer sus tecnologías innovadoras.

Competencias Generales

CG2 - Comprender las tecnologías asociadas a la observación en Astrofísica y al diseño de instrumentación

CG4 - Evaluar los órdenes de magnitud y desarrollar una clara percepción de situaciones físicamente diferentes que muestren analogías permitiendo el uso, a nuevos problemas, de sinergias y de soluciones conocidas

Competencias Básicas

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Exclusiva de la Especialidad de Teoría y Computación

CX6 - Comprender la estructura del Sol, su evolución y actividad magnética

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Primera parte: Interior solar

Tema 1. Propiedades globales del Sol

Tema 2. Interior solar

2.1 Modelos de interior estelar. Reacciones nucleares

2.2 Controversia de los neutrinos solares

2.3 El modelo estándar del interior solar

Tema 3. Heliosismología

- 3.1 Ondas en fluidos isotermos y no isotermos, con y sin gravedad
- 3.2 Formación de modos estacionarios en el Sol: modos p y g
- 3.3 Revisión de métodos de inversión de sismología para recuperar las propiedades del interior solar

Tema 4. Convección y oscilaciones: aspectos teóricos y simulaciones

- 4.1 Convección y granulación: simulaciones numéricas de convección
- 4.2 Supergranulación, mesogranulación, celdas gigantes. Explicación de las diversas escalas
- 4.3 Generación de ondas de sonido. Generación de vorticidad
- 4.4 Forma de líneas espectrales en modelos de convección

Segunda parte: Fotosfera y cromosfera

Tema 5. Transporte radiativo de luz polarizada

- 5.1 Transporte radiativo
 - 5.1.1 Efecto Zeeman
 - 5.1.2 Ecuación de transporte para luz polarizada

Tema 6. Magnetismo fotosférico

- 6.1 Estructuras magnéticas fotosféricas: Manchas, poros, fáculas, red fotosférica y Sol en calma
- 6.2 Ecuaciones de la MHD. Concentración del campo por los movimientos convectivos, inhibición de la convección por campos fuertes, magnetoconvección, campos potenciales y libres de fuerza
- 6.3 Colapso convectivo, flotabilidad de campo, expansión de campo con altura, depresión Wilson, efecto Evershed por flotabilidad de tubos calientes
- 6.4 Simulaciones numéricas de magnetoconvección en campos fuertes y débiles. Explicación de las estructuras magnéticas fotosféricas en términos de MHD y MHS
- 6.5 Simulaciones de emergencia de flujo magnético y simulaciones de manchas, puntos umbrales y la penumbra

Tema 7. Magnetismo cromosférico

- 7.1 Espículas, filamentos y protuberancias. Estructura, equilibrio y dinámica
- 7.2 Ondas MHD. Ondas magneto-acústicas y Alfvén. Velocidad de fase. Relación entre las magnitudes perturbadas
- 7.3 Transformación de modos por estratificación. Refracción de modo rápido
- 7.4 Transformación de modos por estratificación en 3D. Transformación a modo Alfvén. Dependencia del ángulo
- 7.5 Evidencias observacionales de transformación de modos en el plasma magnetizado solar. Efecto rampa. Modos rápidos y lentos en una mancha. Propagación de modo lento en manchas hacia la corona
- 7.6 Halos acústicos. Periodicidad de ondas observadas en umbras y penumbras de manchas solares
- 7.7 Mecanismos de calentamiento de la cromosfera

Tema 8. Rotación solar, dinamo y ciclo solar

- 8.1 Rotación solar
- 8.2 Dínamo solar. Modelo de Parker de dinamo alfa-omega oscilatorio, modelos de campo medio

- 8.3 Ciclo solar y sus propiedades observacionales
- 8.4 Modelos numéricos de la rotación diferencial y dínamo solar.
- 8.5 Predicciones del ciclo. Mínimo de Maunder

Tercera parte: la corona, heliosfera y el clima espacial

Tema 9. La Corona solar

- 9.1 Observaciones: misiones espaciales de rayos X y EUV
- 9.2 Teoría: plasma fuertemente magnetizado y caliente, altamente conductor y ópticamente delgado
- 9.3 Transporte radiativo en plasmas ópticamente delgados: enfriamiento radiativo
- 9.4 Estructuras en equilibrio, bucles coronales y extrapolación magnética
- 9.5 Fenómenos eruptivos: llamaradas solares. Modelo CSHKP
- 9.6 Fenómenos eruptivos: eyecciones coronales de masa (CME)
- 9.7 El problema del calentamiento coronal: la diatriba ondas frente a reconexión

Tema 10. Clima espacial

- 10.1 El viento solar y la heliosfera
- 10.2 La magnetosfera de la Tierra: estructura general. Misiones espaciales magnetosféricas
- 10.3 Tormentas solares: resumen de propiedades físicas. Impacto en la sociedad
- 10.4 La física de las tormentas solares: impacto de CMEs en la magnetosfera
- 10.5 Reconexión en la magnetopausa y en la cola magnética. La misión MMS de la NASA. Auroras

Actividades a desarrollar en otro idioma

Parte de los materiales audiovisuales y escritos distribuidos entre el alumnado durante el curso estarán en inglés.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

En las clases teóricas, el profesorado expondrá los contenidos de los temas.

En los seminarios, se presentarán ejemplos observacionales a los que aplicar la teoría explicada para comprender e interpretar los mecanismos físicos que los generan.

A lo largo del curso se repartirán ejercicios que el alumnado deberá resolver de manera individual y personalizada, con trabajo autónomo.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	50,00	0,00	50,0	[CX6], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE10], [CE2], [CE1]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	10,00	0,00	10,0	[CX6], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE10], [CE2], [CE1]
Estudio/preparación de Clases	0,00	90,00	90,0	[CX6], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE10], [CE2], [CE1]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

Priest, E. R.: Magnetohydrodynamics of the Sun (Cambridge Univ. Press, 2014).
Stix, M.: The Sun: An Introduction. (Springer; 2nd ed. 2002)
Foukal, P.: Solar Astrophysics. (John Wiley + Sons, 2009)

Bibliografía Complementaria

Aschwanden, M.: Physics of the solar corona. (Springer, 2006)
Collados M. et al., eds., Solar Observations: Techniques and interpretation. 1a Escuela de Invierno del IAC. (Cambridge Univ. Press., 1989)
del Toro Iniesta, J.C. , Introduction to Spectropolarimetry. (Cambridge Univ. Press, 2007)
Golub, L., Pasachoff, J.M: The solar corona (Cambridge Univ Press, 2009)
Mihalas, D., Mihalas, B., Foundations of Radiation hydrodynamics, 1985
Schrijver, C. J.; Zwaan, C.: Solar and Stellar Magnetic Activity (Cambridge Astrophysics Series, 2000)
Zirin, H. (1988), Astrophysics of the Sun. Cambridge University Press

Otros Recursos

Paginas web como las de los satelites HINODE, SDO, Stereo, SOHO o IRIS, con numeroso material observacional de interes para la asignatura.

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

En la primera convocatoria, todo el alumnado estará sujeto a evaluación continua, salvo aquel que lo haya comunicado al coordinador de la asignatura en el plazo establecido por la Universidad de La Laguna; este último alumnado podrá presentarse a la evaluación única en cualquiera de sus dos convocatorias siguiendo las normas del Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna.

La evaluación continua se realizará mediante pruebas separadas para cada tercio de la asignatura. A lo largo del cuatrimestre se evaluará el rendimiento del alumno en cada uno de los tres tramos mediante una prueba escrita, complementada en algún tramo con un entregable. Para la nota final por evaluación continua, cada tramo tendrá un peso relativo de 1/3, tenga o no tenga entregable. En caso de haber entregable, este tendrá un peso relativo de 1/3 de la calificación del tramo correspondiente y de 2/3 su prueba final. Para poder computar esos promedios pesados, será necesario haber obtenido una calificación mínima de 4.0 en cada de sus partes individuales (prueba escrita o entregable). De obtenerse una calificación inferior, se considerará el tramo correspondiente como no superado.

El alumnado podrá intentar mejorar la nota de, como máximo, uno de los tramos presentándose a una prueba final escrita para dicho tramo en Enero. Esta prueba final no conllevará realización de entregables y la nota que obtenga en ella sustituirá a la conseguida en ese tramo a lo largo del cuatrimestre. Para aprobar la asignatura por evaluación continua será necesario haber obtenido una calificación mínima de 4.0 en cada uno de los tres tramos individuales.

Si un/a alumno/a no aprueba en la convocatoria de evaluación continua de Enero por haber suspendido un solo tramo, podrá examinarse de él en Junio (examen escrito, sin entregable) y combinar el resultado con el conseguido para los otros dos tramos en Enero, con igual peso para los tres tramos, siendo necesario haber obtenido una calificación mínima de 4.0 en cada uno de los tres tramos individuales para aprobar la asignatura. De haber suspendido dos o más tramos en Enero, para aprobar la asignatura habrá de presentarse a la convocatoria de evaluación única de Junio.

Los alumnos que acudan a evaluación única deberán realizar un examen final de toda la asignatura, consistente solamente en una prueba escrita. Esto se aplica tanto a las pruebas de evaluación única de Enero como a las de Junio.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CX6], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE10], [CE2], [CE1]	Respuestas correctas a las preguntas de los exámenes	66,67 %
Pruebas de desarrollo	[CX6], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE10], [CE2], [CE1]	Respuestas correctas a las cuestiones de los entregables	33,33 %

10. Resultados de Aprendizaje

Esta asignatura proporciona a los estudiantes conocimientos en la disciplina de Física solar. Se pretende que se familiaricen con los fundamentos teóricos básicos que explican las principales propiedades observadas del sol, desde su interior hasta sus capas atmosféricas más externas. Se familiarizan con las reacciones nucleares que generan energía en el núcleo del sol

y los mecanismos de transporte de esa energía hasta las capas más externas (radiación y convección). Los estudiantes adquieren experiencia en la interacción de plasmas con campos magnéticos (teoría magnetohidrodinámica), de especial importancia para entender los fenómenos magnéticos solares

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1,2	Clases teóricas y seminarios	3.00	6.00	9.00
Semana 2:	3	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	3,4	Clases teóricas y seminarios	3.00	6.00	9.00
Semana 4:	4	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 5:	5	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	5	Clases teóricas y seminarios	3.00	6.00	9.00
Semana 7:	6	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	7	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 9:	8	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	9	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	9	Clases teóricas y seminarios	2.00	6.00	8.00
Semana 12:	9	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 13:	9,10	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 14:	10	Clases teóricas y seminarios	4.00	6.00	10.00
Semana 15:	Semanas 15 y 16	Exámenes y revisiones	9.00	6.00	15.00
Semana 16 a 18:			0.00	0.00	0.00
Total			60.00	90.00	150.00