

# **Facultad de Ciencias**

## **Grado en Física**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**MM. MM. IV: Ecuaciones Diferenciales y Variable Compleja  
(2020 - 2021)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: <b>MM. MM. IV: Ecuaciones Diferenciales y Variable Compleja</b>	Código: <b>279192104</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Facultad de Ciencias</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias</b></li><li>- Titulación: <b>Grado en Física</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2009 (Publicado en 2009-11-25)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ciencias</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Astrofísica</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Astronomía y Astrofísica</b></li><li>- Curso: <b>2</b></li><li>- Carácter: <b>Obligatorio</b></li><li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Castellano</b></li></ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

Los alumnos que no superen el 50% de los créditos del módulo de Formación Básica deberán matricularse, en el curso siguiente, de los créditos no superados y sólo podrán matricularse del número de créditos apropiado de este módulo hasta llegar al máximo de 60 créditos

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: <b>TEODORO ROCA CORTES</b>
- Grupo:
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre: <b>TEODORO</b></li><li>- Apellido: <b>ROCA CORTES</b></li><li>- Departamento: <b>Astrofísica</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Astronomía y Astrofísica</b></li></ul>

<b>Contacto</b> - Teléfono 1: - Teléfono 2: - Correo electrónico: <a href="mailto:trcortes@ull.es">trcortes@ull.es</a> - Correo alternativo: <a href="mailto:trc@iac.es">trc@iac.es</a> - Web: <a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a>						
<b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	17, 3ª planta
Todo el cuatrimestre		Miércoles	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	17, 3ª planta
Todo el cuatrimestre		Jueves	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	17, 3ª planta
Observaciones:						
<b>Tutorías segundo cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	17, 3ª planta
Todo el cuatrimestre		Miércoles	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	17, 3ª planta
Todo el cuatrimestre		Jueves	12:00	14:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	17, 3ª planta
Observaciones:						
<b>Profesor/a: FRANCISCO SHU KITaura JOYANES</b>						
- Grupo: <b>G1, G2 y G3</b>						

#### General

- Nombre: **FRANCISCO SHU**
- Apellido: **KITAURA JOYANES**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

#### Contacto

- Teléfono 1:
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **fkitaura@ull.es**
- Correo alternativo: **fkitaura@iac.es**

#### Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:00	12:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	1501
		Miércoles	09:00	12:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	1501

Observaciones: La tutorías podrán tener lugar de forma no presencial usando google meets. Los alumnos deberán escribir al profesor por correo electrónico para avisar de necesidad de tutoría y se organizará el encuentro virtual.

#### Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:00	12:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	1501
		Miércoles	09:00	12:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	1501

Observaciones:

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Métodos Matemáticos de la Física**  
Perfil profesional:

## 5. Competencias

### Competencias Generales

**CG2** - Adquirir una sólida base teórica, matemática y numérica, que permita la aplicación de la Física a la solución de problemas complejos mediante modelos sencillos

**CG4** - Desarrollar la habilidad de identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja que le permita construir un modelo simplificado que describa, con la aproximación necesaria, el objeto de estudio y permita realizar predicciones sobre su evolución futura. Así mismo, debe ser capaz de comprobar la validez del modelo introduciendo las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones y las observaciones y/o los resultados experimentales.

**CG7** - Ser capaz de participar en debates científicos y de comunicar tanto de forma oral como escrita a un público especializado o no cuestiones relacionadas con la Ciencia y la Física. También será capaz de utilizar en forma hablada y escrita otro idioma, relevante en la Física y la Ciencia en general, como es el inglés.

**CG8** - Poseer la base necesaria para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía, tanto desde la formación científica, (realizando un master y/o doctorado), como desde la actividad profesional.

### Competencias Básicas

**CB2** - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

**CB3** - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

**CB4** - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

**CB5** - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

### Competencias Específicas

**CE2** - Conocer, comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados en Física.

**CE11** - Adquirir destreza en la modelización matemática de fenómenos físicos.

**CE20** - Utilizar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.

**CE21** - Aprender a programar en un lenguaje relevante para el cálculo científico.

**CE22** - Aprender a utilizar el ordenador como herramienta básica para el cálculo científico y la modelización numérica

**CE24** - Afrontar problemas y generar nuevas ideas que puedan solucionarlos

**CE26** - Dominar la expresión oral y escrita en lengua española, y también en lengua inglesa, dirigida tanto a un público especializado como al público en general.

**CE28** - Adquirir hábitos de comportamiento ético en laboratorios científicos y en aulas universitarias.

**CE29** - Organizar y planificar el tiempo de estudio y trabajo, tanto individual como en grupo.

**CE30** - Saber discutir conceptos, problemas y experimentos defendiendo con solidez y rigor científico sus argumentos.

**CE31** - Saber escuchar y valorar los argumentos de otros compañeros.

**CE33** - Ser capaz de identificar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo de trabajo del mismo.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Temas (epígrafes):

Módulo II: Funciones de Variable Compleja

Profesor: Dr. Francisco Shu Kitaura Joyanes

- 1.-FUNCIONES DE VARIABLE COMPLEJA. Números complejos. Funciones de variable compleja: límites, continuidad y derivabilidad.
- 3.-INTEGRACIÓN EN EL CAMPO COMPLEJO. Introducción. Curvas en el plano complejo. Integrales de línea. Teorema de Cauchy-Goursat. Fórmulas integrales de Cauchy. Otros teoremas.
- 4.-SERIES COMPLEJAS. Sucesiones y series complejas. Series de potencias: series de Taylor. La serie geométrica. Series de Laurent.
- 5.-RESIDUOS, POLOS Y CEROS. Residuos. Polos. Ceros. El concepto de analiticidad. Aplicación al cálculo de integrales reales impropias.

Módulo I: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Profesor: Dr. Teodoro Roca Cortés

- 1.-INTRODUCCION A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES. Definición y tipos. Soluciones. El problema del valor inicial. Existencia y unicidad de las soluciones.
- 2.-ECUACIONES DIFERENCIALES DE PRIMER ORDEN. Introducción. Ecuaciones separables. Ecuaciones exactas y factores integrantes. Ecuaciones lineales. Otros tipos: sustituciones y transformaciones. Resolución numérica de ecuaciones diferenciales de primer orden: métodos de Euler y Runge-Kutta. Existencia y unicidad de ecuaciones diferenciales de orden mayor que uno.
- 3.-ECUACIONES LINEALES DE SEGUNDO ORDEN. Teorema de existencia y unicidad. Ecuaciones lineales homogéneas. Ecuaciones completas. Sistemas de ecuaciones lineales.
- 4.-RESOLUCIÓN NUMÉRICA Y CON OPERADORES DIFERENCIALES. Sistemas de EDOs. Operadores diferenciales. Métodos de Euler y Runge-Kutta.
- 5.-SOLUCIONES EN SERIES DE POTENCIAS. Introducción. Conceptos fundamentales. Método de Taylor. Ecuaciones lineales: puntos ordinarios y puntos singulares. Soluciones en puntos ordinarios. Soluciones en puntos singulares: método de Frobenius.
- 6.-FUNCIONES ESPECIALES. Funciones Hipergeométricas. Funciones de Bessel. Polinomios de Legendre.

### Actividades a desarrollar en otro idioma

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

Se utilizará el aula virtual como medio de comunicación entre el profesorado y el alumnado para notificaciones, como plataforma mediante la que suministrar apuntes, hojas de problemas, resolución de dudas, etc.. así como para el suministro de herramientas docentes y de aprendizaje.El volumen de trabajo del estudiante será el que la normativa establece para una

asignatura de 6 ECTS. Debido al carácter de esta asignatura, en el desarrollo de las clases se utilizará la pizarra o similar (en el caso virtual) para hacer desarrollos matemáticos y ejercicios, aunque no se descarta el uso de material gráfico proyectable especialmente en el tema de resolución numérica de EDOs. No obstante, debido a la pandemia del covid19 y la normativa aprobada en la ULL la docencia virtual y en la red adquirirá una importancia singular el próximo curso 20-21. Tenemos dos opciones posibles y más probables:

- Opción 1: Las clases se impartirán de forma presencial por turnos diarios en el horario oficial establecido. Los turnos se establecerán mediante la confección de grupos utilizando el aula virtual de la asignatura. Además, las clases presenciales se transmitirán simultáneamente de forma audiovisual. De esta manera, los alumnos a los que no les toque asistir ese día, o bien decidan no hacerlo, podrán seguir las clases de forma remota. Dichas clases no se grabarán.
- Opción 2: Los conocimientos se impartirán de forma asíncrona mediante el aula virtual de la asignatura utilizando apuntes, videos. Las clases presenciales tendrán lugar por turnos diarios en el horario oficial establecido. Los turnos se establecerán mediante la confección de grupos utilizando el aula virtual de la asignatura. En las clases presenciales se harán actividades de tutoría colectiva como: resolver dudas, resolver ejercicios, controles, cuestionarios, etc...

La elección final de que opción se escoja se tomará más adelante y siempre antes de dos semanas del comienzo del curso. No obstante, no se puede descartar que las clases se impartan de forma totalmente virtual ya que uno de los profesores (Teodoro Roca) pertenece a grupo de riesgo y puede ser obligado a utilizar esta posibilidad.

**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	26,00	0,00	26,0	[CE33], [CE31], [CE28], [CE24], [CE11], [CE2], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG4], [CG2]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	15,00	0,00	15,0	[CE33], [CE31], [CE28], [CE24], [CE11], [CE2], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG4], [CG2]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	15,00	0,00	15,0	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE26], [CE24], [CE22], [CE21], [CE20], [CE11], [CE2], [CG8], [CG7], [CG4], [CG2]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[CE33], [CE30], [CE28], [CG2]
Estudio y trabajo autónomo en todas las actividades	0,00	90,00	90,0	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE24], [CE11], [CE2], [CG8], [CG4], [CG2]

Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

#### Módulo I: Variable Compleja

- \* Churchill, R.V. y Ward Brown, J.. "Variables complejas y sus aplicaciones", Ed.: McGraw-Hill.
- \* Sánchez, David. "Métodos de variable compleja", Ed.: Ediciones UIB.

#### Módulo II: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

- \* Nagel-Saff. "Fundamentos de ecuaciones diferenciales", Ed.: AW Iberoamericana.
- \* Spiegel, M.R. "Ecuaciones diferenciales aplicadas", Ed.: Prentice-Hall Hispanoamericana.

### Bibliografía Complementaria

#### Módulo I: Variable Compleja

- \* Levinson, N. y Redheffer, R.M. "Curso de variable compleja", Ed.: Reverte.
- \* López de la Rica, A. y Fdez. de Retana Arostegui, J. "Funciones de Variable Compleja", Ed.: Editorial Razón y Fé, S.A.

#### Módulo II: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

- \* Ayres, F. "Ecuaciones diferenciales", Ed.: McGraw-Hill, Serie Schaum.
- \* Rainville, E.D., Bedient, P.E., Bedient, R.E.. "Ecuaciones diferenciales", Ed.: Prentice Hall.

### Otros Recursos

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La evaluación será prioritariamente en forma de evaluación continua mediante cuestionarios, ejercicios, controles, trabajos, etc... que podrán ser presenciales y también virtuales. Habrá también un examen final en las fechas oficiales establecidas, que será preferentemente presencial, y cuyo resultado se combinará con la evaluación continua utilizando la fórmula de evaluación establecida en el Grado de Física,, modificada temporalmente (para el curso 2020-2021), siguiente:

Sea 'c' la calificación de la evaluación continua (en escala de 0-10) y 'z' la del examen final (en escala 0-10), la calificación final, 'p', vendrá dada por:

$p = z + 0.6 * c * (1 - z/10)$ , teniendo en cuenta que:

- El seguimiento de la evaluación continua es optativo por parte del alumno. Para calcular la nota de la evaluación continua, el alumno deberá haber realizado y entregado, al menos, el 75% de las pruebas correspondientes. En caso contrario se asumirá que renuncia a esta evaluación. La calificación de los alumnos que no opten por la evaluación continua, o no aprueben la misma, será únicamente la del examen final.
- Para aplicar la formula anterior se requiere que en el examen final se supere 1/3 de la calificación máxima (es decir,  $z > 10/3$ ) y que se apruebe la evaluación continua (es decir,  $c \geq 5$ ).
- El examen final constará de dos partes, cada una abarcando uno de los dos módulos de la asignatura. Cada parte será

calificada sobre 10, y la nota final será la media ponderada de ambas, calculada asignando un peso del 40% a la parte de Variable Compleja y de un 60% a la de Ecuaciones Diferenciales. Para aprobar el examen será necesario obtener en cada una de las partes una nota mínima de 3,3 (sobre 10). En caso de no alcanzarse dicha nota en alguna de ellas, la nota del examen será la mínima entre lo que resulte de calcular la media ponderada, y 4.5; esta misma será también la nota final de la asignatura, es decir, en tal caso no se aplicará la evaluación continua.  
En las diferentes convocatorias del mismo curso académico se conservarán las calificaciones aprobadas (es decir mayor o igual a 5) de cualquiera de las partes.

#### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE26], [CE24], [CE2], [CB2], [CG8], [CG7], [CG2]	* Capacidad de análisis y de síntesis * Precisión en los cálculos * Rigor en los razonamientos * Ortografía y presentación	40,00 %
Pruebas de respuesta corta	[CE33], [CE29], [CE28], [CE26], [CE24], [CE2], [CB5], [CB4], [CB3], [CG2]	* Capacidad de análisis y de síntesis * Creatividad * Ortografía y presentación	20,00 %
Trabajos y proyectos	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE26], [CE24], [CE22], [CE21], [CE20], [CE11], [CE2], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG4], [CG2]	* Capacidad de análisis y de síntesis * Precisión en los cálculos * Rigor en los razonamientos * Discusión e interpretación de los resultados * Creatividad * Ortografía y presentación	40,00 %

#### 10. Resultados de Aprendizaje

1. Conocer la definición de número complejo y las operaciones entre ellos
2. Saber resolver ecuaciones sencillas con números complejos
3. Entender los conceptos de derivabilidad y analiticidad de funciones de variable compleja
4. Entender y saber aplicar los teoremas básicos de las integrales de funciones complejas (teoremas de Cauchy)
5. Entender el teorema de Laurent y ser capaz de aplicarlo a casos sencillos
6. Entender los conceptos de residuo, polo y cero.
7. Entender el concepto de ecuación diferencial, el de soluciones de una ecuación diferencial y el teorema de existencia y unicidad.
8. Ser capaz de resolver ciertos tipos de ecuaciones diferenciales básicas de primer orden.
9. Ser capaz de aplicar los métodos de Euler y Runge-Kutta para resolver numéricamente ecuaciones de primer orden sencillas.
10. Conocer la teoría y métodos de resolución de ecuaciones lineales, y ser capaz de aplicarlos a casos prácticos.

11. Conocer los métodos básicos de resolución de ecuaciones diferenciales mediante desarrollos en serie, y ser capaz de aplicarlos a casos prácticos.
12. Conocer el método de resolución de EDOs basado en operadores diferenciales

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

\* La distribución de los temas por semana es orientativo, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente. Por ejemplo, en este curso de 2020-2021 hay solamente 14 semanas de clases por lo que habrá que ajustar el ritmo a esta circunstancia. Por otro lado, las horas de trabajo presencial pueden reducirse dependiendo de los escenarios posibles, normalmente a la mitad. La otra mitad pasará a ser de trabajo autónomo.

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1 y 2 (Módulo II)	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 2:	2	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 3:	2 y 3	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 4:	3	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 5:	3	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 6:	4	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 7:	4	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00

Semana 8:	5 y 6	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 9:	1 y 2 (Módulo I)	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 10:	2	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 11:	2 y 3	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 12:	3	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 13:	3 y 4	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 14:	4	Clases teóricas Clases prácticas Seminarios	4.00	5.00	9.00
Semana 15 a 17:		Estudio y preparación de exámenes	4.00	20.00	24.00
Total			60.00	90.00	150.00