



**FISIKAKO GRADUA**  
**Zientzia eta Teknologia Fakultatea**

**2014/2015 Ikasturteko Ikaslearen Gida**  
**(Hirugarren maila)**

## Edukien taula

1.- Fisikako Graduari buruzko informazioa .....	3
Aurkezpena .....	3
Titulazioaren gaitasunak .....	3
Graduko ikasketen egitura .....	3
Egitura kronologikoa .....	4
Egitura modularra .....	5
Kanpo praktikak .....	6
Aurrebaldintzak .....	6
Hirugarren mailako irakasgaiak Graduaren testuinguruan .....	6
Egin beharreko jarduera motak .....	7
Tutoretza Plana .....	7
Mugikortasun programa .....	8
Bestelako informazio interesgarria .....	8
2.- Hirugarren mailako irakasgaiei buruzko informazioa .....	9
Taldearen irakasleak .....	10

---

## 1.- Fisikako Graduari buruzko informazioa

---

### Aurkezpena

---

Fisika gaur egun zientzia deitzen diogunaren paradigma eta teknologiaren oinarrietako bat da. Fisikaren ekarpenek errealitatea ulertzeko dugun modua goitik behera aldatu dute eta ongizatearen gizartearen garapenari bultzada handia eman diote. Fisikaren aurrerapena beharrezkoa da edozein herrialde modernotako zientzia eta teknologia sistemarentzat, beraz, indar handia du Europako unibertsitate sistema guztietan.

Fisikako Graduaren diseinuari esker, lau urtetan ikasleak Fisikaren arloko oinarrizko ezagutzak hartzen ditu, eta egoera konplexuen analisisan eta modelizazioan eta teknika matematiko aurreratuen eta tresna informatikoen erabileran trebatzen da.

Hartutako prestakuntzak hainbat lan esparrutan aritzeko aukera ematen dio Fisikan graduatutakoari: ikerketa, irakaskuntza, fisika medikoa, industria eta zerbitzuak (informatika, elektronika, telekomunikazioak, akustika, ingurumena, kalitatea, laneko arriskuen prebentzioa, teknologia espaziala eta aeronautika, administrazio publikoa, finantzak, aholkularitza, etab.).

### Titulazioaren gaitasunak

---

Hona hemen Fisikako Graduak ikasketetan garatzen eta ebaluatzen diren gaitasun nagusiak:

- Arazoak modu egokian azaldu eta konpontzeko gaitasuna
- Modelo fisikoak sortzeko gaitasuna, datu esperimentaletatik abiatuta
- Fenomeno fisikoen teoria ulertzea
- Trebetasuna alor esperimentalean
- Modu autonomoan antolatu, planifikatu eta ikasteko gaitasuna
- Modu kritikoan analizatu, laburtu eta arrazoiatzeko gaitasuna
- Lan bat taldean kudeatzeko gaitasuna
- Ideia eta emaitza zientifikoak ahoz eta idatziz azaltzeko gaitasuna

### Graduko ikasketen egitura

---

Iraupena eta ETCS kreditu kopurua: 4 urte (240 ECTS kreditu).

Oinarrizko prestakuntza: 1. maila (60 ECTS)

Nahitaezkoak: 2. maila (60 ECTS), 3. maila (54 ECTS), 4. maila (12 ECTS)

Hautazkoak: 3. maila (6 ECTS), 4. maila (36 ECTS)

Kanpo praktikak: Borondatezkoak

Gradu amaierako lana: 4. maila (12 ECTS)

Kredituak guztira: 240 ECTS

Fisikako Graduak Ingeniaritza Elektronikoko Graduarekin enbor komun bat du, izan ere, bi graduek oinarrizko edo nahitaezko 120 kreditu, gutxienez, partekatzen dituzte. Bi titulazioen arteko sintonia horrek malgutasun eta balio erantsi handia ematen dio ikasketa planari eta ikasleari espezializazioari buruzko erabakia azken mailetarako uztea ahalbidetzen dio. Era berean, titulazio bikoitza lortzeko aukera ematen du.

Irakasgai gehienak euskaraz eta gaztelaniaz ematen dira, eta, eskariak eta baliabideek horretarako aukera eman ahala, ingelesez ere eskainiko dira zenbait.

### Egitura kronologikoa

#### 1. maila

Irakasgaia	Izaera	ECTS	Egutegia
Algebra Lineala eta Geometria I	Oinarrizkoa	12	Urte osokoa

Kalkulu Diferentziala eta Integrala I	Oinarrizkoa	12	Urte osokoa
Fisika Orokorra	Oinarrizkoa	12	Urte osokoa
Konputaziorako Sarrera	Oinarrizkoa	6	1. lauhilekoko
Kimika I	Oinarrizkoa	6	1. lauhilekoko
Kimika II	Oinarrizkoa	6	2. lauhilekoko
Teknika Esperimentalak I	Oinarrizkoa	6	2. lauhilekoko

## 2. maila

Irakasgaia	Izaera	ECTS	Egutegia
Analisi Bektoriala eta Konplexua	Nahitaezkoa	9	Urte osokoa
Metodo Matematikoa	Nahitaezkoa	12	Urte osokoa
Mekanika eta Uhinak	Nahitaezkoa	15	Urte osokoa
Elektromagnetismoa I	Nahitaezkoa	6	1. lauhilekoko
Elektronika	Nahitaezkoa	6	1. lauhilekoko
Fisika Modernoa	Nahitaezkoa	6	2. lauhilekoko
Teknika Esperimentalak II	Nahitaezkoa	6	2. lauhilekoko

## 3. maila

Irakasgaia	Izaera	ECTS	Egutegia
Fisika Kuantikoa	Nahitaezkoa	12	Urte osokoa
Termodinamika eta Fisika Estatistikoa	Nahitaezkoa	12	Urte osokoa
Metodo Konputazionalak	Nahitaezkoa	9	Urte osokoa
Teknika Esperimentalak III	Nahitaezkoa	9	Urte osokoa*
Optika	Nahitaezkoa	6	1. lauhilekoko
Elektromagnetismoa II	Nahitaezkoa	6	1. lauhilekoko
Hautazko 1 irakasgai	Hautazkoa	6	2. lauhilekoko

\* 1,5 kreditu 1. lauhilekoan eta 7,5 bigarrean.

## 4. maila

Irakasgaia	Izaera	ECTS	Egutegia
Gradu Amaierako Lana	Nahitaezkoa	12	Urte osokoa
Egoera Solidoaren Fisika I	Nahitaezkoa	6	1. lauhilekoko
Fisika Nuklearra eta Partikulena	Nahitaezkoa	6	2. lauhilekoko
6 kredituko hautazko 6 irakasgai	Hautazkoak	36	

### Hautazko irakasgaiak

Hautazko irakasgaiak hiru taldetan eskaintzen dira. Ikasleak nahi duen bezala hauta ditzake, egin beharreko kredituak osatu arte, baina espezialitateetako bakoitzeko bost irakasgaiak osatzen baditu bakarrik egin ahal izango zaio dagokion aipamena tituluari. Zenbait hautazko 3.ean edo 4.ean egin daitezke eta beste batzuk, berriz, 4.ean bakarrik, aurretiko ezagutzak izatea eskatzen baitute.

### Oinarrizko Fisika espezialitatea

Irakasgaia	Ikasturtea	ECTS	Egutegia
Mekanika Kuantikoa	4.a	6	1. lauhilekoko
Elektrodinamika	4.a	6	1. lauhilekoko
Grabitazioa eta Kosmologia	3.a edo 4.a	6	2. lauhilekoko
Astrofisika	3.a edo 4.a	6	2. lauhilekoko
Fisika Aurreratuko Gaiak	4.a	6	2. lauhilekoko

### Egoera Solidoa espezialitatea

Irakasgaia	Ikasturtea	ECTS	Egutegia
Mekanika Kuantikoa	4.a	6	1. lauhilekoko
Solidoen Egituren Propietateak	4.a	6	1. lauhilekoko
Egoera Solidoaren Fisika II	4.a	6	2. lauhilekoko

Teknika Esperimentalak IV	4.a	6	2. lauhilekoko
Ingurune Jarraituen Fisika	3.a edo 4.a	6	2. lauhilekoko

### Tresneria eta Neurketa espezialitatea

Irakasgaia	Ikasturtea	ECTS	Egutegia
Seinaleak eta Sistemak	3.a edo 4.a	6	1. lauhilekoko
Sentsoreak eta Eragingailuak	3.a edo 4.a	6	1. lauhilekoko
Tresneria I	3.a edo 4.a	6	2. lauhilekoko
Elektronika Analogikoa	4.a	6	2. lauhilekoko
Kontrol Automatikoa I	4.a	6	2. lauhilekoko

### Euskararen Plan Gidaria

Aurreko blokeetako hautazko irakasgaiez gain, ikasleak euskaraz ematen diren ondorengo irakasgaiak ere aukera ditzake:

Irakasgaia	Ikasturtea	ECTS kredituak	Egutegia
Euskararen Arauak eta Erabilera	3.a edo 4.a	6	1. lauhilekoko
Komunikazioa Euskaraz: Zientzia eta Teknologia	3.a edo 4.a	6	2. lauhilekoko

Egitura modularra

Gradua modulutan egituratuta dago. Horietan gaitasun multzo espezifikoagoak landu eta trebetasun zehatzak garatzen dira. Hona hemen Graduako moduluak eta horiei dagozkien irakasgaiak:

Modulua	Irakasgaiak
Matematika	Algebra Lineala eta Geometria I
	Kalkulu Diferentziala eta Integrala I
	Analisi Bektoriala eta Konplexua
	Metodo Matematikoak
Oinarrizko Kontzeptuak	Fisika Orokorra
	Kimika I
	Kimika II
	Mekanika eta Uhinak
	Elektromagnetismoa I
	Elektronika
	Termodinamika eta Fisika Estatistikoa
	Optika
Teknika Esperimentalak	Elektromagnetismoa II
	Teknika Esperimentalak I
	Teknika Esperimentalak II
	Teknika Esperimentalak III
Tresna Konputazionalak	Teknika Esperimentalak IV
	Konputaziorako Sarrera
Materiaren Egitura	Metodo Konputazionalak
	Fisika Modernoa
	Fisika Kuantikoa
	Egoera Solidoaren Fisika I
	Fisika Nuklearra eta Partikulena
Oinarrizko Fisika	Elektrodinamika
	Grabitazioa eta Kosmologia
	Astrofisika

	Fisika Aurreratuko Gaiak
Egoera Solidoaren Fisika	Mekanika Kuantikoa
	Solidoen Egituren Propietateak
	Egoera Solidoaren Fisika II
	Ingurune Jarraituen Fisika
Tresneria eta Neurketa	Seinaleak eta Sistemak
	Sentsoreak eta Eragingailuak
	Tresneria I
	Elektronika Analogikoa
Gradu Amaierako Lana	Kontrol Automatikoa I
Gradu Amaierako Lana	Gradu Amaierako Lana
Euskararen Plan Gidaria	Euskararen Arauak eta Erabilera
	Komunikazioa Euskaraz: Zientzia eta Teknologia

### Kanpo praktikak

Fisikako Graduako Ikasketa Batzordeak onarpena eman ondoren, ikasleak kanpo praktikak egin ahal izango ditu gehienez hautazko 6 ECTS kreditu baliozkotzeko. Praktika horien bidez enpresa, ikerketa erakunde edo irakaskuntza zentro baten jardueretan parte hartuko da eta horrek ikaslearen prestakuntza aberastuko du. Helburu hau lortzen dela bermatzeko, Fisikako Graduako Ikasketa Batzordeak tutorea esleituko dio ikasleari.

### Aurrebaldintzak

1. Ikaslea oinarritzko kreditu guztiak gaindituta baditu bakarrik matrikulatu ahal izango da 3. eta 4. mailetako kredituetan.
2. 2. mailako gainditu gabeko kredituen eta 4. mailan matrikulatutakoen baturak 72 kreditukoa edo txikiagoa izan behar du.

### Hirugarren mailako irakasgaiak Graduaren testuinguruan

Graduko hirugarren mailan, lehenengo mailan landutako kontzeptuetako batzuetan sakontzen da. Hirugarren mailan landuko diren kontzeptuak eta trebetasunak finkatu egin behar dira, eta ikasleak maila honi dagozkion gaitasunak garatzeko besteko heldutasun maila lortu behar du.

#### Hirugarren mailan hartutako gaitasunak:

- Babes matematikoarekin diskurtso logikoa antolatzeko gai izatea
- Fisikako adar nagusien eta beren aplikazioen oinarritzko printzipioak argi ulertzeko beharrezko ezagutzetako batzuk hartzea
- Fisikaren kontzeptu nagusiak barneratzen dituzten problemak egoki proposatzea eta ebatzea
- Fisikari buruzko problemak eta arazoak idatziz eta ahoz azaltzea, komunikazio zientifikoko trebetasunak garatzeko
- Esperimentuak modu independentean (inork gainbegiratu gabe) egiteko gai izatea, banaka eta/edo taldean.
- Emaitzak kritikoki aztertzeke eta baliozko ondorioak ateratzeko gai izatea, emaitzen ziurgabetasun maila ebaluatuta eta espero ziren emaitzekin, iragarpen teorikoekin edo argitaratutako datuekin alderatuta, baita horien garrantzia ebaluatzea ere.
- Datuen zenbakizko tratamenduan janztea eta informazioa grafikoki aurkeztu eta interpretatzeko eta norberaren emaitza zientifikoak aurkezteko gai izatea
- Kalkulu zientifikoari egokitu den hizkuntzan programak egiteko gai izatea.
- Zenbakizko datuak ondo analizatu eta adierazpen grafikoak ondo interpretatu
- Ondo planteatu eta ondo ebatsi Fisika eta Mekanika Kuantikoaren inguruko ariketak, Fisikako adar horretan oinarritzko ezagutza lortzeko.
- Datuak faltsutzea eta/edo iruzurrez irudikatzea eta/edo emaitzak plagiatzea portaera zientifiko ez-etikoa dela konturatzeko

## Egin beharreko jarduera motak

Hona hemen ikasteko prozesuan aurrera egiteko erabilitako irakaskuntza jarduerak: eskola magistralak, mintegiak, laborategiko praktikak eta ordenagailuko praktikak. Horiek guztiak lehenengo mailatik erabiltzen dira, nahiz eta irakasgai bakoitzean pixkanaka pisu erlatibo handiagoa hartzen duten Graduak aurrera egin ahala.

- Irakasgai “teorikoak”: ez dago laborategiko praktikarik (Fisika Kuantikoa, Termodinamika eta Fisika Estatistikoa, Optika, Elektromagnetismoa II, Astrofisika, Ingurune Jarraituen Fisika, Grabitazioa eta Kosmologia).
- “Laborategiko” irakasgaia: ia osorik laborategian ematen da (*Teknika Esperimentalak III, Tresneria I*). Honako irakasgai hauei loturiko praktikak dira: Termodinamika eta Fisika Estatistikoa, eta Optika.
- “Praktikak dituzten” irakasgaiak: Kontzeptu teorikoak zein gaitasun praktikoak landuko dira (Metodo Konputazionalak).

Oro har, irakasgai guztietan eskola magistralak daude eta horietan kontzeptu teorikoak landuko dira eta problemak ebaztera zuzendutako ikasgelako praktikak egingo dira. Mintegietan, aldiz, irakasgaiko hainbat alderdiren kontzeptu teorikoetan/praktikoetan sakonduko dute ikasleek, talde txikietan banatuta. Irakasgai gehienetan “problemen eskolak” ikasleen partaidetza aktiboan oinarrituko dira; horiek irakasleek jarritako edo ikasgelan sortutako ariketak ebazteko proposamenak egingo dituzte.

## Tutoretza Plana

Zientzia eta Teknologia Fakultateak ikasleentzako Tutoretza Plana du 2001az geroztik, orduan sortu zelarik irakasle tutorearen postua. Tutoretza Planari (TP) esker, ikasleek irakasle tutorea izan dezakete. Honek unibertsitatean integratzen lagunduko die eta beren ibilbide akademiko osoan zehar bideratuko ditu.

Fisikako Graduak ikasle guztiek Graduak eskolak ematen dituen irakasle tutore bana izango dute lehenengo mailaren hasieratik eta berarengana jo ahal izango dute, beharren arabera, esparru akademiko, pertsonal eta profesionalean orientazioa eta aholkua eman diezaien. Ikasturtearen lehenengo hamabostaldian Tutoretza Planari dagokionez espero den dinamika azalduko da. Fisikako Graduak ikasle bakoitzari lehenengo ikasturtearen hasieran egokituko zaio tutorea eta egokitzapen hori Fisikako graduatua lortu arte egongo da indarrean.

Tutoretza prozesua eskuarki taldean egingo da, irakasleak ardurapean dituen ikasleekin. Ikasturteko lehenengo asteetan, tutorea egokitu zaizkion ikasleekin harremanetan jarriko da unibertsitateko posta elektronikoz, tutoretza prozedura eta Tutoretza Planean programatutako jardueren egutegia zehazteko.

Irakasle tutoreek ondorengo helburuak dituzte:

- Prestakuntza integraleko prozesuan ikasleei laguntzea, ikuspegi akademiko, pertsonal eta profesionalean.
- Ikasleei Fakultatearen jardura akademikoan integratzen laguntzea
- Ikasleei unibertsitatean eskuragarri dituzten zerbitzu eta jardueren berri ematea
- Ikasketa aldian ager daitezkeen zailtasunak identifikatzea eta ikasteko gaitasun eta estrategien garapena erraztea
- Curriculum ibilbidea aukeratzearen inguruko erabakiak hartzeko aholku ematea
- Ikasleen garapen akademiko eta profesionalerako interesgarria izan daitezkeen informazioa ematea

Zein da ikasleen konpromisoa?

- Tutoretza Planean programatutako bileretara joatea
- Ikasturtea amaitzean programa ebaluatzea
- Irakasle tutorearekin beren tutoretza taldeko ikasle berrienak orientatzeko eginkizunetan elkarlanean aritzea (mentoreak)

## Mugikortasun programa

Zientzia eta Teknologia Fakultateak Erasmus, Sicue-Seneca, Latinoamerika eta Beste Norako Batzuk izeneko truke akademikoko programetan parte hartzen du. Truke Akademikoko dekanordeak egiten ditu koordinazio akademikoko lanak,

titulazio bakoitzeko truke koordinatzaileen laguntzarekin. Koordinatzaileek kredituak onartzeko Baliozkotze Batzordearen irizpideak kontuan hartuta, bertako ikasleei aurretiko hitzarmen akademikoa egiteko aholkuak ematen dizkiote ikasleari, eta laguntza ematen diote xede unibertsitatean egiten duen egonaldiak irauten duen bitartean.

#### Bestelako informazio interesgarria

---

Tutoretza Planaren koordinatzailea: Izendatzeke

2. mailako koordinatzailea: Izendatzeke

Irakaskuntza laborategien koordinatzailea: Izendatzeke

Fisikako Graduako koordinatzailea: Izendatzeke.

Fisikako Graduari buruzko informazio osagarria:

Zientzia eta Teknologia Fakultatearen web orria. <http://www.zientzia-teknologia.ehu.es>

Informazio akademikoa: Titulazioak → Graduak (EUEra egokitutako Plan Berriak)



---

## 2.- Hirugarren mailako irakasgaiei buruzko informazioa

---

Dokumentu honen bukaeran erantsita daude G.A.U.R plataforman agertzen diren irakasgaien fitxak.

***Hirugarren maila:***

IRAKASGAIA	IRAKASLEAK (saila)	Telefonoluz. Helbideelektronikoa	Bulegoa
ASTROFÍSICA	<b>Martín Rivas</b> (Fisika Teorikoa eta Zientziaren Historia)	2593 <a href="mailto:martin.rivas@ehu.es">martin.rivas@ehu.es</a>	
ELEKTROMAGNETIS MOA II	<b>Jon Gutierrez</b> (Elektrizitatea eta Elektronika)	2553 <a href="mailto:jon.gutierrez@ehu.es">jon.gutierrez@ehu.es</a>	CD3.P1.6
	<b>Nerea Zabala</b> (Elektrizitatea eta Elektronika)	2538 <a href="mailto:nerea.zabala@ehu.es">nerea.zabala@ehu.es</a>	
FISIKA KUANTIKOA	<b>Aitor Bergara</b> (Materia Kondentsatuaren Fisika)	2589 <a href="mailto:a.bergara@ehu.es">a.bergara@ehu.es</a>	
	<b>Txema Pitarke</b> (Materia Kondentsatuaren Fisika)	2587 <a href="mailto:jm.pitarke@ehu.es">jm.pitarke@ehu.es</a>	
GRABITAZIOA ETA KOSMOLOGIA	<b>Juan Mari Aguirregabiria</b> (Fisika Teorikoa eta Zientziaren Historia)	5915 <a href="mailto:juanmari.aguirregabiria@ehu.es">juanmari.aguirregabiria@ehu.es</a>	F3.S2.18
FÍSICA DE LOS MEDIOS CONTINUOS	<b>Martín Rivas</b> (Fisika Teorikoa eta Zientziaren Historia)	2593 <a href="mailto:martin.rivas@ehu.es">martin.rivas@ehu.es</a>	
TRESNERIA I	<b>Aitziber Anakabe</b> (Electricidad y Electrónica)	5944 <a href="mailto:aitziber.anakabe@ehu.es">aitziber.anakabe@ehu.es</a>	CD4.P1.21
	<b>Nerea Otegi</b> (Electricidad y Electrónica)	5944 <a href="mailto:nerea.otegi@ehu.es">nerea.otegi@ehu.es</a>	CD4.P1.21
METODO KONPUTAZIONALAK	<b>Asier Eiguren</b> (Materia Kondentsatuaren Fisika)	2465 <a href="mailto:asier.eiguren@ehu.es">asier.eiguren@ehu.es</a>	CD3.P2:22
OPTIKA	<b>Iñigo Etxebarria</b> (Fisika Aplikatua II)	3367 <a href="mailto:inigo.etxebarria@ehu.es">inigo.etxebarria@ehu.es</a>	CD5.P2:2
TEKNIKA ESPERIMENTALAK III	<b>Iñigo Etxebarria</b> (Fisika Aplikatua II)	3367 <a href="mailto:inigo.etxebarria@ehu.es">inigo.etxebarria@ehu.es</a>	CD5.P2:2
	<b>Gabriel A. López</b> (Fisika Aplikatua II)	2722 <a href="mailto:gabrielalejandro.lopez@ehu.es">gabrielalejandro.lopez@ehu.es</a>	CD3.P2.5
TERMODINAMIKA ETA FISIKA ESTADISTIKOA	<b>Josu Mirena Igartua</b> (Fisika Aplikatua II)	5335 <a href="mailto:josu.igartua@ehu.es">josu.igartua@ehu.es</a>	CD4.P2:16

IRAKASKUNTZA-GIDA		2014/15	
Ikastegia	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	Zikl.	Zehaztugabea
Plana	GFISIC30 - Fisikako Gradua	Ikastaroa	3. maila
IRAKASGAIA			
26635 - Fisika Kuantikoa		ECTS kredituak:	12
GAITASUNAK / AZALPENA / HELBURUAK			
Formalismo cuántico. Potenciales unidimensionales. Potenciales centrales. Métodos de aproximación. Spin. Sistemas de varias partículas. Moléculas.			
GAI ZERRENDAA			
Física Cuántica (12ECTS, obligatoria, 3º curso)			
Programa			
1- Introducción			
Postulado de de Broglie. Funciones de onda. Interpretación. Principio de incertidumbre. La partícula libre unidimensional. Argumentos de plausibilidad que conducen a la ecuación de Schrödinger. Revisión de leyes estadísticas elementales. Distribución de probabilidad. Valores esperados. Variancias. El operador momento. Observables y operadores. Operadores hermíticos. Ejemplos. Resolución formal de la ecuación de Schrödinger. La ecuación de Schrödinger independiente del tiempo. Autovalores y autofunciones. Estados estacionarios. Estados no estacionarios.			
2- Formalismo			
Postulados de la Mecánica Cuántica: la función de onda, la densidad de probabilidad, la ecuación de Schrödinger, cantidades observables y operadores, resultados de una medida, probabilidades de los diferentes resultados, estado cuántico después de una medida. Conmutadores. Observables compatibles. Conjunto completo de observables que conmutan. Teorema de completitud. Ecuación de evolución de los observables. Constantes del movimiento. Teoremas de Ehrenfest. Límite clásico. El principio de incertidumbre dentro del formalismo. Principio de incertidumbre tiempo energía. Cuantización y condiciones de contorno. Visualización de la resolución de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo. Estados ligados y no ligados.			
3- Potenciales unidimensionales			
La partícula libre. Evolución del paquete gaussiano. El potencial escalón. Coeficientes de transmisión y de reflexión. Evolución del paquete de ondas. La barrera de potencial. El efecto túnel. La caja de potencial unidimensional. El potencial delta de Dirac. El pozo cuadrado finito. El oscilador armónico simple. Operadores de creación y aniquilación. Oscilador armónico sometido a un campo. Potenciales tridimensionales separables. La partícula libre en tres dimensiones. La caja de potencial tridimensional. El oscilador armónico en tres dimensiones.			
4- Potenciales centrales. El átomo hidrogenoide			
El átomo de hidrógeno. El problema de dos cuerpos. La ecuación de Schrödinger para una partícula en un potencial central. Resolución. Operadores de momento angular. Armónicos esféricos. Propiedades. Niveles de energía y funciones de onda del hidrógeno. Notación espectroscópica. Densidad de carga. Discusión. Orbitales. Otros potenciales centrales. La caja de potencial esférica. El pozo de potencial esférico. El oscilador armónico isótropo en tres dimensiones. El rotor rígido en tres dimensiones.			
5- Notación de Dirac			
Representaciones y transformaciones. El espacio de los estados, bras y kets. Ejemplos			
6- Métodos de aproximación			
Perturbaciones independientes del tiempo. Caso no degenerado. Caso degenerado. Fórmulas generales. Aplicaciones. Oscilador armónico perturbado. Fuerzas de Van der Waals. Efecto Stark. Efecto Zeeman. El método variacional. Ejemplos de aplicación. Energía del estado fundamental del helio.			
7- Spin			
Experimento de Stern-Gerlach. El spin. Discusión. Formalización matemática del spin. Matrices de Pauli. Spinores. Operadores S+ y S-. Spin fijo en un campo magnético constante. Resonancia Magnética.			
8- Sistemas de varias partículas. Partículas idénticas. Átomos multielectrónicos			
Varias partículas. Generalidades. Partículas idénticas. Degeneración de intercambio. Indistinguibilidad en Mecánica Cuántica. Casos límites. Funciones simétricas y antisimétricas. Bosones. Fermiones. Aproximación de orden cero. Principio de exclusión de Pauli. Aproximación de primer orden. Integrales directa y de intercambio. Ejemplos. El átomo de helio: singletes y tripletes. Átomos multielectrónicos. Método de Hartree. Campo autoconsistente. Átomos multielectrónicos: Tabla periódica. Modelo de capas. El método de Hartree en un modelo resoluble exactamente. Helio unidimensional y la aproximación de Hartree.			
9- Moléculas			
Moléculas. Preliminares. Visión clásica. Ecuación de Schrödinger para una molécula. La aproximación de Born-Oppenheimer. Resolución de la ecuación electrónica. El método LCAO-MO. La molécula H2+. La molécula H2. La molécula HLi. Grado de polaridad y covalencia. La molécula NaCl. Moléculas multielectrónicas en general. Campo			

autoconsistente. El movimiento nuclear. Excitaciones rotacionales y vibracionales. Espectros moleculares.

Bibliografía obligatoria

\*

Bibliografía básica

- \* C. Cohen-Tannoudji, B Diu & F. Laloe, "Mecanique Quantique" Hermann 1977 (vol. 1 y 2) o "Quantum Mechanics", J. Wiley & Sons.
- \* C. Sánchez del Río (coord.) ¿ Física Cuántica¿ (vol. 1 y 2). Eudema Universidad 1991.
- \* R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands ¿The Feynman Lectures on Physics¿ vol. 3, Fondo Educativo Interamericano 1965.
- \* R. Fernández Alvarez-Estrada, J.L. Sánchez Gómez ¿Cien Problemas de Física Cuántica¿, Alianza 1996.

Bibliografía de profundización

- \* M.A. Morrison, T.L. Estle & N.F. Lane. "Quantum States of Atoms, Molecules and Solids" Prentice Hall 1976.
- \* J. P. Dahl, ¿Introduction to the Quantum World of

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	72	6	42						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	108	9	63						

**Legenda:** M: Maistrala S: Mintecia GA: Gelako p. GL: Laborateiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

Argibideak:

EBALUAZIOA

- Garatu beharreko azterketa idatzia
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak)

Argibideak:

- Exámenes (hasta el 800%)
- Seguimiento en clase incluyendo clases de problemas y actitud ante la asignatura (hasta el 80%)

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

BIBLIOGRAFIA

Oinarrizko bibliografia

- Bibliografía básica
- \* C. Cohen-Tannoudji, B Diu & F. Laloe, "Mecanique Quantique" Hermann 1977 (vol. 1 y 2) o "Quantum Mechanics", J. Wiley & Sons.
  - \* C. Sánchez del Río (coord.) "Física Cuántica" (vol. 1 y 2). Eudema Universidad 1991.
  - \* R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands "The Feynman Lectures on Physics" vol. 3, Fondo Educativo Interamericano 1965.
  - \* R. Fernández Alvarez-Estrada, J.L. Sánchez Gómez "Cien Problemas de Física Cuántica", Alianza 1996.
  - \* P. Pereyra Padilla &#8220;Fundamentos de Física Cuántica&#8221;; Reverté 2011

Gehiago sakontzeko bibliografia

- Bibliografía de profundización
- \* M.A. Morrison, T.L. Estle & N.F. Lane. "Quantum States of Atoms, Molecules and Solids" Prentice Hall 1976.
  - \* J. P. Dahl, "Introduction to the quantum world of atoms and molecules", World Scientific 2001
  - \* R. Shankar &#8220;Principles of Quantum Mechanics&#8221;; Plenum Press 1994
  - \* B. H. Bransden y C.J. Joachain "Introduction to Quantum Mechanics" Longman Scientific & Technical 1990

Aldizkariak

Interneteko helbide interesgarriak

IRAKASKUNTZA-GIDA		2014/15																															
<div>Ikastegia</div>	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	<div>Zikl.</div>	Zehaztugabea																														
<div>Plana</div>	GFISIC30 - Fisikako Gradua	<div>Ikastaroa</div>	3. maila																														
IRAKASGAIA																																	
26647 - Metodo Konputazionalak		<div>ECTS kredituak:</div>	9																														
GAITASUNAK / AZALPENA / HELBURUAK																																	
Fisikan ager daitezkeen problema errealean aurrean zenbakizko kalkuluaren eta programazio lengoaien oinarritzko kontzeptuen erabilpen eta ezagutza.																																	
GAI ZERRENDAA																																	
Fisikan ager daitezkeen problema errealean aurrean zenbakizko kalkuluaren eta programazio lengoaien oinarritzko kontzeptuen erabilpen eta ezagutza.																																	
1.Sarrera: Programazio eta programazio lengoaien oinarritzko kontzeptuak.																																	
2.Egitaratutako programazioa goi mailako programazio lengoaian (F Fortran).																																	
3.Oinarritzko zenbakizko metodoak (numerikoak).																																	
a)Zenbakizko integrazio eta deribazioa.																																	
b)Funtzioen hurbilketa (Interpolazioa).																																	
c)Ekuazio sistemen zenbakizko ebazpena. Minimo karratuen metodoa.																																	
d)Ekuazio diferentzial arrunten zenbakizko ebazpena. Hasierako balioko eta mugako problemak																																	
e)Deribatu partzialetako ekuazio diferentzialak. Elementu finituak.																																	
f)Metodo Estokastikoak. Sasi-ausazko zenbakiak. Monte Carlo metodoa. Integralak dimentsio handietan.																																	
IRAKASKUNTZA MOTAK																																	
<table><tr><td>Eskola mota</td><td>M</td><td>S</td><td>GA</td><td>GL</td><td>GO</td><td>GCL</td><td>TA</td><td>TI</td><td>GCA</td></tr><tr><td>Ikasgelako eskola-orduak</td><td>36</td><td>5</td><td></td><td></td><td>49</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.</td><td>54</td><td>7,5</td><td></td><td></td><td>73,5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA	Ikasgelako eskola-orduak	36	5			49					Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	7,5			73,5				
Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA																								
Ikasgelako eskola-orduak	36	5			49																												
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	7,5			73,5																												
<div>Legenda:</div> <div>M: MaistralaS: MinteciaGA: Gelako p.GL: Laborategiko p.GO: Ordenagailuko p.GCL: P. klinikoakTA: TailerraTI: Tailer Ind.GCA: Landa p.</div>																																	
Argibideak:																																	
EBALUAZIOA																																	
<div>- Garatu beharreko azterketa idatzia</div> <div>- Banakako lanak</div> <div>- Taldeko lanak</div> <div>- Lanen, irakurketen... aurkezpena</div> <div>Argibideak:</div> <div>Projektua %35</div> <div>Ariketak %15</div> <div>Azterketa(k) %50</div> <div>Azterketa eta proiektu derrigorrez gainditu behar izango dira (bakoitza bere aldetik) irakasgai osoa gainditu ahal izateko.</div>																																	
NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK																																	
BIBLIOGRAFIA																																	
<div>Oinarritzko bibliografia</div> <div>(*) R. L. Burden y J. D. Faires. Análisis Numérico. Thomson Editores.</div>																																	

(\*) A. L. Garcia. Numerical Methods for Physics. Prentice Hall.

(\*) W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky y W.T. Vetterling. Numerical Recipes: The art of scientific computing. Cambridge University Press.

(\*) H. Gould y J. Tobochnik. An introduction to computer simulation methods, (2 vols.). Addison-Wesley.

## **Gehiago sakontzeko bibliografia**

## **Aldizkariak**

## **Interneteko helbide interesgarriak**

IRAKASKUNTZA-GIDA

2014/15

Ikastegia

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Zikl.

Zehaztugabea

Plana

GFISIC30 - Fisikako Gradua

Ikastaroa

3. maila

IRAKASGAIA

26646 - Teknika Esperimentalak III

ECTS kredituak: 9

GAITASUNAK / AZALPENA / HELBURUAK

-M03CM01: Esperimentu fisikoak modu autonomoan egitea.

-M03CM02: Emaitzak kritikoki analizatu eta ondorioak ateratzea. Emaitzen ziurgabetasuna ebaluatzea eta alderatzea teorikoki espero denarekin.

-M03CM03: Datuen zenbakizko tratamendua eta aurkezpen grafikoa jorratzea, eta lortutako ezagutzak, emaitzak eta ideiak idatziz zein ahoz adierazteko gai izatea.

-M03CM04: Bibliografia erabiltzea ikerkuntzarako eta proiektuen diseinurako.

-M03CM05: Oinarrizko teknika esperimentalak ezagutzea.

GAI ZERRENDAA

1. Termodinamikako laborategiaren sarrera

2. Laborategi praktikak

Urte bakoitzean honako pratika hauetako 6 aukeratuko dira:

1 Lerro isotermaok. Likido/lurruna fase-trantsizioa.

2 Kalorimetroaren ur-baliokidea.

3 Solidoen zabalkuntza termikoa.

4 Izotzaren urtze-beroa.

5 Solidoen bero-ahalmen espezifikoa.

6 Gase errealeen azterketa termodinamikoa.

7 Uraren lurruntze-beroa.

8 Stirling-en motorra.

9 Gas-termometroa bolumen konstantean.

3. Optikako tresneriaren sarrera:

2. Laborategi praktikak

Urte bakoitzean honako pratika hauetako 6 aukeratuko dira:

1. Lenteen azterketa

2. Beira optikoen ezaugarriak (prisma-espektrometroa).

3. Fronte-zatiketaren bidezko interferometria (Fresnel-en biprisma).

4. Uhin-zatiketaren bidezko interferometria (Michelson-en interferometroa)

5. Rydberg-en konstantearen neurketa (difrakzio-sarea).

6. Interferenciak xafla mehetan.

7. Argiaren polarizazioaren analisisa.

8. Fraunhofer-en difrakzioa.

9. Brewster-en angelua. Polarizazioa islapenean eta transmisioan.

5. Proiektua

Laborategi-praktika baten diseinua.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak		6		84					
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.		9		126					

Legenda:

M: Maistrala

S: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

Argibideak:

Or.: 1 / 2

ofdr0035

EBALUAZIOA

- Test motako azterketa idatzia
  - Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak)
  - Taldeko lanak
  - Lanen, irakurketen... aurkezpena
- Argibideak:**
- TEST MOTAKO IDATZIZKO AZTERKETA: 30%
- PRAKTIKAK EGITEA + TXOSTENEN AURKEZPENA: 40%
- PROIEKTUA: 30%

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

BIBLIOGRAFIA

**Oinarrizko bibliografia**

Manual de Técnicas Experimentales en Termodinámica  
Santiago Velasco, José Manule Faro (Editores)  
Ediciones Universidad de Salamanca

J. Casas, Optica, Librería Pons, Zaragoza 1994.

Hecht-Zajac, Optica, Addison-Wesley 1986.

**Gehiago sakontzeko bibliografia**

**Aldizkariak**

**Interneteko helbide interesgarriak**

<http://moodle3.ehu.es/>



IRAKASKUNTZA-GIDA		2014/15	
Ikastegia	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	Zikl.	Zehaztugabea
Plana	GFISIC30 - Fisikako Gradua	Ikastaroa	3. maila
IRAKASGAIA			
26636 - Termodinamika eta Fisika Estatistikoa		ECTS kredituak:	12
GAITASUNAK / AZALPENA / HELBURUAK			
Termodinamikaren eta Fisika Estatistikoaren oinarritzko kontzeptuak eta haien aplikazioak zehazki ulertzeko beharrezkoak diren ezagumenduez jabetzea.			
Termodinamika eta Fisika Estatistikoaren oinarritzko kontzeptuak darabiltzan ariketak ondo planteatzea eta ondo ebaztea.			
Moduluko irakasgaiekin lotutako gaiez dokumentatzea eta era ordenatuan planteatzea ezagumenduak oinarritzeko edo handitzeko eta garrantziduna eta garrantzigabekoa bereizteko .			
Termodinamikaren eta Fisika Estatistikoaren problemak eta kuestioak idatziz eta ahoz aurkeztea, komunikazio zientifikoaren gaitasunak garatzeko.			
GAI ZERRENDA			
TERMODINAMIKA ETA FISIKA ESTATISTIKOA			
1. Sarrera			
Kontzeptuak eta definizioak: sistema termodinamikoak, aldagai termodinamikoak, elkarrekintzak, prozesuak, oreka.			
2. Zero Printzipioa (Tenperatura)			
Oreka termikoa. Termodinamikaren Zero Printzipioa. Tenperatura. Tenperatura-eskala, tenperaturaren neurketa. (Tenperatura, mikroskopikoki.)			
3. Sistema bakuna			
Sistema simple. Equilibrio termodinámico. Ecuación de estado.			
4. Lehen Printzipioa (Barne-energia)			
Lana: kontzeptua, lan mekanikoa, sistema konposatuak.			
Beroa: sistema/ingurunea, beroaren definizio kalorimentrikoa, lan adiabatikoa, barne-energia.			
Termodinamikaren Lehen Printzipioa.			
Bero-ahalmenak. Bero-iturriak. (Lana, mikroskopikoki.)			
5. Gas ideala			
Virialaren garapena: egoera-ekuazioa. Zabaltze askea. Gas ideala. Prozesu adiabatikoak. Prozesu politropikoak. (Gas ideala, mikroskopikoki.)			
6. Bigarren Printzipioa (Entropia)			
Izadiko asimetria. Bigarren Printzipioaren enuntziatuak. Itzulgarritasuna/Itzulezintasuna. Bigarren Printzipioaren ondorioak. Clausius-en Teorema. Entropia emendioaren printzipioa. Lan maximoa/minimoa. Energia erabilgarria. (Entropia, mikroskopikoki.)			
7. Sistema bereziak			
Sistema elektrikoa. Sistema magnetikoa. Sistema elastikoa. Sistema orokorra: X, Y. Egoera-ekuazioak, lana, entropia-aldaketaren kalkulua.			
8. Hirugarren printzipioa (Hozketa-prozesuak)			
Hozketa-prozesuak. Hirugarren Printzipioaren enuntziatuak. Hirugarren Printzipioaren ondorio fisikokimikoak. Sistema magnetikoa. Tenperatura negatiboak.			
9. Oinarritzko ekuazioa (Potentzial Termodinamikoak)			
Termodinamikaren postulatuak. Oinarritzko ekuazioa, egoera-ekuazioak, printzipio estremalak, aukerako formulazioak: potentzial termodinamikoak, Maxwell-en erlazioak.			
10. Teoriaren aplikaizioa (Fase-trantsizioak)			
Egonkortasunerako baldintzak. Le'Chatellier-en Printzipioa. Le'Chatellier/Braun-en Printzipioa. Lehen ordenako trantsizioak: van der Waals-en jariakina.			

FISIKA ESTATISTIKOA

11. Oinarrizko kontzeptuak  
Sarrera. Mikroegoerak eta makroegoerak. Termodinamika eta Mekanika Estatistikoaren arteko lotura. Probabilitateak. Sistema fisikoen adibideak: gas ideal monoatomikoa, sistema paramagnetiko perfektua, bi mailako sistema. Faseen espazioa. Liouville-ren Teorema.
12. Gibbs-en multzoak. Multzo mikrokanonikoa  
Sarrera. Multzo mikrokanonikoa. Multzo mikrokanonikoa erabiliz egindako kalkuluak. Ekipartizio-aren eta Virial-aren Teoremak. Multzo mikrokanonikoaren aplikazioaren adibideak.
13. Gibbs-en multzoak. Multzo kanonikoa  
Sarrera. Partizio-funtzioa. Termodinamikarekiko lotura. Fluktuazioak. Adibideak: gas ideal klasikoa, oszilatzailez osatutako sistema klasikoak eta kuantikoak, paramagnetismo perfektua. Multzo kanonikoaren formulazio kuantikoa: dentsitate-matrizea.
14. Gibbs-en multzoak. Multzo makrokanonikoa  
Sarrera. Partizio-funtzioa. Termodinamikarekiko lotura. Fluktuazioak. Adibideak: gas ideal klasikoa, gainazal batean xurgatutako molekulak.
15. Gas idealen estatistika kuantikoak  
Sarrera. Partizio-funtzioa. Termodinamikarekiko lotura. Fluktuazioak. Adibideak: bosoi gasa, radiazioa, Bose-ren kondentsazioa, superjariakinak. Fermion gasa: metalak, ipotx zuriak.
16. Elkarrekintzadun sistemak  
Gas errealak. Virial-aren garapena. Batez besteko eremuaren hurbilketa. Ferromagnetismoa. Likidoetako banaketa-funtzioak.
17. Fase-trantsizioak  
Oinarrizko kontzeptuak: ordena-parametroa, susceptibilitatea eta fluktuazioak. Ising-en eredua. Monte Carlo metodoa.
18. Garraioa-fenomenoak  
Oinarrizko teoria. Boltzmann-en ekuazioa. Erlazio-denboraren hurbilketa.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	72	6	42						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	108	9	63						

Legenda:

M: Maistrala

S: Mintegia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

Argibideak:

EBALUAZIOA

- Garatu beharreko azterketa idatzia
- Ahozko azterketa
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak)
- Banakako lanak
- Lanen, irakurketen... aurkezpena

Argibideak:

Lehenengo Partzialean Termodinamika azaltzen da, lehenengo zatia.

Bigarren Partzialean Fisika Estatistikoa azaltzen da, bigarren zatia.

Azterketei eta notei dagokienez:

1-Azterketaren OHIKO deialdian, maiatzean, bi zatiak gainditu behar dira.

2-Partzialka gainditu daiteke irakasgaia. Lehen zatia gainditzeko duenak, ohiko deialdian bigarrena baino ez du egin behar izango.

3-Uztaileko azterketa BEREZIAN, EZ-OHIKOan dena, bi zatiak, egin behar dira, nahiz eta aurretik horietako bat gaindituta izan.

Esaterako: lehen zatia gaituta dago, bigarrena ez. Ohikoan ez da bigarrena gaitutze; orduan, ez-ohikoan bi zatiak egin behar dira.

4-Azkenik, Ohikoan eta ez-ohikoan dena egin behar denean, zati bakoitzean gutxienez 5 behar da gaitutzeko.

Bi Partzialetan azterketatxoak egingo dira: ez dute notarako balio izango.

Azterketatxoak eskola-orduetan egingo dira, seguruenera, 3 partzialeko

Bigarren zatian, partzialka, notaren %20 (notarako balio izango duen) azterketa batean lortuko da. Hots, bigarren partzialean, gehien jota, notaren %80 atera ahal izango da. (Azterketa hori egiten ez baduzu, %20ko baliokoa, eta partzialera bazatoz, gehien jota 8 atera dezakezu bigarren partzialean.)

Ikasleen parte hartzea era kualitatiboan hartuko da kontuan. Parte hartu daiteke: galderak eginez, galderei erantzunez, ariketak arbelean ebatziz...

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

BIBLIOGRAFIA

Oinarrizko bibliografia

Termodinamika: lehen zatia:

Calor y Termodinámica, M.W. Zemansky y R. H. Dittman, 6 edición, agotada no disponible

Gaiak: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, H.B. Callen, 2nd Edition, ISBN-13: 978-0471862567

Gaiak: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11

Estatistika: bigarren zatia:

Statistical Mechanics, R.K. Pathria, , Pergamon Press, 1996

Gaiak: 1, 2, 3, 4, 6, 7 (zati bat) eta 8 (zati bat)

Thermal Physics, C. Kittel and H. Kroemer, ISBN: 978-0716710882, Second Edition

Gaiak: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Concepts in Thermal Physics, STEPHEN J. BLUNDELL AND and KATHERINE M. BLUNDELL, Oxford University Press, ISBN-13: 082111985676982113 9788211082111985676982111

Gaiak: 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

Gehiago sakontzeko bibliografia

D.A. McQuarrie, Statistical Mechanics, Harper and Row, 1976

F. Reif, Física Estadística y Térmica, Ediciones del Castillo, 1968

F. Reif, Física Estadística, Reverte, 1996

Aldizkariak

Interneteko helbide interesgarriak

IRAKASKUNTZA-GIDA		2014/15	
Ikastegia	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	Zikl.	Zehaztugabea
Plana	GFISIC30 - Fisikako Gradua	Ikastaroa	3. maila
IRAKASGAIA			
26643 - Elektromagnetismoa II		ECTS kredituak:	6
GAITASUNAK / AZALPENA / HELBURUAK			
<p>Ikasleak irakasgai honetan lortu behar dituen GAITASUNAK ondokoak dira:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Elektromagnetismoaren eta bere aplikazioen oinarrizko printzipioak argitasunez ulertzeko behar dituen ezagutzak lortu behar ditu.</li><li>- Elektromagnetismoaren eta bere aplikazioekin sortutako problema ezberdinak ebazteko beharrezkoak diren planteamendu eta teknika egokiak menperatzea.</li><li>- Elektromagnetismoari buruz sortutako problemak eta galderak ahoz eta idatziz ondo erakustea, horrela komunikazio zientifikoarenganararekiko trebetasuna landuz.</li></ul> <p>AZALPENA: irakasgai honen helburua Maxwell-en ekuazioen aplikazio garrantzitsuenekin trebatzea da, bereziki ondoko esparru hauetan: eremu elektromagnetiko estatikoak ingurune mugatuetan, uhin elektromagnetikoen hedapena ingurune mugatu eta ez-mugatuetan, erradiazio elektromagnetikoaren igorpena, eremu elektromagnetikoen transformazioak sistema inertzialen artean (Elektromagnetismoaren formulario erlatibista) eta azkenik materialen gertatzen diren efektu elektromagnetikoen teoria mikroskopikoa.</p> <p>Ikasleak irakasgai honetan izan behar dituen HELBURUAK eta lortu behar dituen ezagutzak ondokoak dira:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Bi dimentsiotako problema elektrostatikoen ebazpena, bai aldagai banaketaren metodoearen bidez eta baita karga irudikarien metodoarekin ere.</li><li>- Eremu elektromagnetikoaren hedapenaren legeak dielektrikoetan eta eroaleetan, eta baita bi ingurune desberdinen arteko muga-gainazalean ere eta problemen ebazpena baldintza horietan.</li><li>- Eremu elektromagnetikoaren hedapenaren legeak uhin gida errektangeluarretan. Geometria errektangeluarreko kabitare erresonantzaileen propietateak eta erresonantziako baldintzak.</li><li>- Karga higikorrek sortutako uhin elektromagnetikoen erradiazioaren oinarriak, bereziki erradiazio dipolarra eta antenen eta atomoen erradiazioa.</li><li>- Kargen, korronteen, eremuen eta potentzialen transformazioen propietateak, erreferentzia-sistemaren aldaketarekin (Elektromagnetismoaren formulario erlatibista) eta eremuen eta potentzialen transformazioen problema sinpleen ebazpena.</li><li>- Materiaren polarizazioaren, eroankortasun elektrikoaren eta imanazioaren mekanismo mikroskopikoak, eta baita supereroankortasunaren deskribapen laburra ere. Materiaren propietate elektrikoaren eta magnetikoaren problema sinpleen ebazpena.</li></ul>			
GAI ZERRENDA			
<p>1.-Eremu estatikoetarako muga-problemak: Maxwellen ekuazioak hutsean eta ingurune jarraituetan. Poisson eta Laplace ekuazioen ebazpenaren propietate orokorrak. Laplace ekuazioaren ebazpenak bi dimentsiotan. Karga irudikarien metodoa. Muga-problemak magnetostatikan. Metodo numerikoetarako sarrera.</p> <p>2.-Uhin elektromagnetikoak mugarik gabeko inguruneetan: Eremu elektromagnetikoaren hedapena: uhin ekuazioa. Energiaren eta momentuaren kontserbazio-legeak eremu elektromagnetikoan. Poynting bektorea. Erradiazio-presioa. Uhin lauak eta monokromatikoak dielektrikoetan. Polarizazioa. Uhin lauak eroaleetan: errefrakzio-indize konplexua, pelikula-efektua.</p>			

3.-Uhin elektromagnetikoak ingurune mugatuetan:  
Uhin elektromagnetikoen islapena eta errefrakzioa. Fresnelen ekuazioak.  
Uhin gidatuen hedapena.  
Uhin-gida errektangeluarrak: ebakidura maiztasuna.  
Kabitare erresonanteak.

4.-Uhin elektromagnetikoen erradiazioa:  
Potentzialen uhin-ekuazioa, kontraste-transformazioak.  
Potentzial atzeratuak eta eremu elektromagnetikoaren garapen multipolarra.  
Erradiazio dipolar elektrikoa.  
Erradiazio dipolar magnetikoa.  
Antenak: igorleak eta hartzaileak.

5.-Erlatibitatea eta Elektromagnetismoa:  
Maxwellen ekuazioen transformazio-propietateak.  
Einsteinen hipotesia eta Lorentzen transformazioa.  
Tetrabektoreak. Elektromagnetismoaren formulazio kobariantea.  
Kargen eta korronteen transformazioak, kuadripotentziala.  
Eremu elektromagnetikoaren transformazioa: abiadura konstantez higitzen den kargaren eremua.  
Eremu elektromagnetiko tentsorea eta Maxwellen ekuazioak. Elektromagnetismoaren formulazio kobariantea.

6.-Materiaren teoria elektromagnetikoa:  
Dielektrikoen teoria mikroskopikoa.  
Permitibitatearen mendekotasuna maiztasunarekin.  
Eroaltasuna solidoetan.  
Magnetismoa materia (para-, dia-, ferro-magnetismoa eta histeresia)  
Magnetismoaren teoria mikroskopikoa.  
Supereroaleak.

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	36	3	21						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	4,5	31,5						

**Legenda:** M: Maistrala S: Mintecia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

Argibideak:

EBALUAZIOA

- Garatu beharreko azterketa idatzia
- Praktika (ariketak, kasuak edo buruketak)

Argibideak:

Nota finalaren balioarena, garatu beharreko azterketek %70 emango dute, eta ariketek, kasuak edo buruketek geratzen den beste %30 emango dute.

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

Apunteak, ariketa-zerrendak eta irakasgaiaren MOODLE esteka.

BIBLIOGRAFIA

Oinarrizko bibliografia

1) J.R. Reitz y, F.J. Milford y R.W. Christy. FUNDAMENTOS DE LA TEORIA ELECTROMAGNETICA, Addison-Wesley Iberoamericana, Delaware (1996)

2) P. Lorrain y D.R. Corson CAMPOS Y ONDAS ELECTROMAGNETICOS, Selecciones Científicas, Madrid (1979)

Gehiago sakontzeko bibliografia

1) R. Feynman, D.R. Leighton y M. Sands. FISICA (vol II), Fondo Educativo Interamericano, Bogotá (1972)

2) J.D. Jackson. CLASSICAL ELECTRODYNAMICS. 3ª ed., Wiley, 1999

**Aldizkariak**

Revista Española de Física

**Interneteko helbide interesgarriak**

- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/ocw-fisica/elecmagnet/elecmagnet.xhtml>
- <http://academicearth.org/courses/physics-ii-electricity-and-magnetism>
- <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/8-02Electricity-and-MagnetismSpring2002/CourseHome/>

IRAKASKUNTZA-GIDA

2014/15

Ikastegia

310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea

Plana

GFISIC30 - Fisikako Gradua

Zikl.

Zehaztugabea

Ikastaroa

3. maila

IRAKASGAIA

26634 - Optika

ECTS kredituak: 6

GAITASUNAK / AZALPENA / HELBURUAK

Ezaguerak eta trebetasunak lortzea honelako gai hauetan:

- Optika Geometrikoa eta tresna optikoak
- Uhin-optika: difrakzioa eta interferentziak
- Optika elektromagnetikoa: polarizatzaileak, desfasatzaileak eta ingurune anisotropoak

GAI ZERRENDA

Optika

0- Sarrera

0.1 Sarrera historikoa eta gaur egungo ikuspegia.

1- Optika Geometrikoa

1.1 Optika Geometrikoaren oinarriak. Fermat-en printzipioa. Irudien eraketa.

1.2 Gaussen optika (optika paraxiala). Sistema erdiratuak. Sistema dioptriko fokalekin. Sistema erdiratuen ekoplamendua.

1.3 Argi-sorten mugatzea: irekidura eta eremua.

1.4 Begia. Tresna optikoak (argazki-kamera, teleskopioa eta mikroskopioa).

1.5 Aberrazio kromatikoak eta geometrikoak (azterketa kontzeptuala).

1.5 Zuntz optikoak.

2- Uhin-optika: eredu klasikoa

2.1 Sarrera. Uhin escalarrak.

2.2 Interferentziak. Koherentzia.

2.3 Difrakzioaren teoria eskalarra. Fresnel-en difrakzioa (Huygens eta Fresnel-en printzipioa). Fraunhofer-en difrakzioa zenbait irekiduratan.

2.4 Difrakzio-sareak. Bereizmena.

2.5 Tresna optikoen bereizmena. Fourier-en optikako metodoak.

2.6 Irudi-eraketaren difrakzio-teoria. Aplikazioak.

3- Uhin-optika: eredu elektromagnetikoa

3.1 Sarrera. Uhin elektromagnetikoak. Hedapena ingurune dispertsakorretan. Fase- eta talde-abiadura.

3.2 Polarizazioa I. Jones-en bektoreak. Stokes-en parametroak. Polarizatzaileak eta desfasatzaileak.

3.3 Polarizazioa II. Argi naturala eta Partzialki polarizatua.

3.4 Errefrakzioa eta islapena dielektriko homogeen eta isotropoetan. Islapen metalikoa. Xaflak. 3.5 Hedapena ingurune anisotropoetan. Cristal uniaxikoak eta biaxikoak. Metodoak eta dispositiboak argi polarizatua sortzeko eta analizatzeko (polarizatzaile birrefringenteak eta xafla desfasatzaileak).

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	36	3	21						
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	4,5	31,5						

Legenda:

M: Maistrala

S: Mintecia

GA: Gelako p.

GL: Laborategiko p.

GO: Ordenagailuko p.

GCL: P. klinikoak

TA: Tailerra

TI: Tailer Ind.

GCA: Landa p.

Argibideak:

EBALUAZIOA

- Garatu beharreko azterketa idatzia
- Praktiak (ariketak, kasuak edo buruketak)
- Banakako lanak

Argibideak:

Or.:

1 / 2

ofdr0035



Idatzizko azterketa: %70  
Banakako lanak eta ariketak: %30

**NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

**BIBLIOGRAFIA**

**Oinarrizko bibliografia**

- Hecht-Zajac, Óptica, Addison-Wesley 1986.
- J. Casas, Óptica, Librería Pons, Zaragoza 1994.

**Gehiago sakontzeko bibliografia**

- M. Born and E. Wolf, Principles of Optics, 7th Ed. Pergamon Press 1999.

**Aldizkariak**

**Interneteko helbide interesgarriak**

- <http://moodle.ehu.es/moodle/>
- <http://www.ub.edu/javaoptics/index-en.html>

IRAKASKUNTZA-GIDA		2014/15																															
Ikastegia	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	Zikl.	Zehaztugabea																														
Plana	GFISIC30 - Fisikako Gradua	Ikastaroa	Zehaztugabea																														
IRAKASGAIA																																	
26654 - Grabitazioa eta Kosmologia		ECTS kredituak:	6																														
GAITASUNAK / AZALPENA / HELBURUAK																																	
<p>Objetivos Centrales del Curso</p> <p>• Que el alumno se sienta cómodo con los conceptos funda-mentales de la teoría de la gravitación de Einstein y sea capaz de aplicar dichos conceptos tanto para los sistemas compactos como para estudiar la evolución del universo a gran escala.</p> <p>• Adquirir conocimientos básicos en cálculo y geometría dife-rencial, soluciones exactas de las ecuaciones de Einstein, in-terpretación de ciertas soluciones y evolución temporal del universo desde los primeros instantes hasta hoy.</p> <p>• Aprender a calcular las trayectorias geodésicas, los tensores de curvatura en un espacio-tiempo arbitrario (en particular, en espacios con alto grado de simetría).</p> <p>• Quedarse con el gusto de que la gravitación de Einstein es probablemente la teoría más bella de la física moderna.</p>																																	
GAI ZERRENDAA																																	
<p>Programa</p> <ul style="list-style-type: none"><li>* Introducción. Elementos de cálculo tensorial.</li><li>* El principio de equivalencia.</li><li>* Las ecuaciones de Einstein del campo gravitatorio. La solución de Schwarzschild.</li><li>* Las pruebas experimentales clásicas de la relatividad general. Agujeros negros. Radiación gravitatoria</li><li>* Cosmología física.</li><li>* Modelos cosmológicos.</li></ul> <p>Bibliografía</p> <ul style="list-style-type: none"><li>* B. Schutz (2003) Gravity from the ground up (Cambridge University Press)</li><li>* P.J.E. Peebles (1993) Principles of physical cosmology (Princeton University Press)</li><li>* S. Weinberg (1972) Gravitation and Cosmology: Principles and applications of the general theory of relativity (Wiley and sons, New York).</li></ul>																																	
IRAKASKUNTZA MOTAK																																	
<table><tr><th>Eskola mota</th><th>M</th><th>S</th><th>GA</th><th>GL</th><th>GO</th><th>GCL</th><th>TA</th><th>TI</th><th>GCA</th></tr><tr><td>Ikasgelako eskola-orduak</td><td>36</td><td>6</td><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.</td><td>54</td><td>9</td><td>27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA	Ikasgelako eskola-orduak	36	6	18							Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	9	27						
Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA																								
Ikasgelako eskola-orduak	36	6	18																														
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	54	9	27																														
<p>Legenda:</p> <div><div>M: Maistrala</div><div>S: Mintegia</div><div>GA: Gelako p.</div><div>GL: Laborategiko p.</div><div>GO: Ordenagailuko p.</div><div>GCL: P. klinikoak</div><div>TA: Tailerra</div><div>TI: Tailer Ind.</div><div>GCA: Landa p.</div></div>																																	
Argibideak:																																	
EBALUAZIOA																																	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Garatu beharreko azterketa idatzia</li><li>- Ahozko azterketa</li><li>- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak)</li><li>- Taldeko lanak</li><li>- Lanen, irakurketen... aurkezpena</li></ul> <p>Argibideak:</p> <p>Evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 50% de la nota final por ejercicios y exposiciones voluntarias.</li><li>• 50% por el examen final a escoger entre<ul style="list-style-type: none"><li>o examen oral,</li><li>o examen escrito de 4 horas sin libros,</li><li>o examen escrito de 4 horas con libros abiertos,</li></ul></li></ul>																																	

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

BIBLIOGRAFIA

Oinarrizko bibliografia

Bibliografía

- \* B. Schutz (2003) Gravity from the ground up (Cambridge University Press)
- \* P.J.E. Peebles (1993) Principles of physical cosmology (Princeton University Press)
- \* S. Weinberg (1972) Gravitation and Cosmology: Principles and applications of the general theory of relativity (Wiley and sons, New York).

Gehiago sakontzeko bibliografia

Se dará a conocer durante el curso.

Aldizkariak

Interneteko helbide interesgarriak

IRAKASKUNTZA-GIDA		2014/15	
Ikastegia	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	Zikl.	Zehaztugabea
Plana	GFISIC30 - Fisikako Gradua	Ikastaroa	Zehaztugabea
IRAKASGAIA			
26631 - Tresneria I		ECTS kredituak:	6
GAITASUNAK / AZALPENA / HELBURUAK			
<p>Irakasgai honen helburua tresneria sistema elektronikoen kontzeptu orokorrak aurkeztea da, aplikazio-eremua edozein delarik ere. Magnitude fisikoen karakterizazio esperimentalaren funtsak lantzen dira, sentsores, zarata eta interferentzia elektromagnetiko, eta seinaleen eskuratze eta egokitzapen funtsezko tekniketarako sarrerak barne. Gainera seinaleen sorrera eta modulazioa ikusten dira.</p> <p>Zehazki, ikasturtean landuko diren gaitasunak honako hauek izango dira:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Neurketa sistemen oinarritzko printzipioak deskribatu, kalibrazioa eta errorea barne.</li><li>-Magnitude fisiko ezberdinen neurketarako erabil daitezkeen sentsores ezberdinen funtzionamendu printzipioak eta berauen arazo praktikoak ezagutu.</li><li>-Zaratak eta interferentzia elektromagnetikoei tresneria elektronikoko sistemetan duten efektua identifikatu, eratorritako mugak ezagutu eta muga hauek minimizatzeko estrategiak aplikatzeko gai izan.</li><li>-Seinaleen sintesirako, datuen eskuratzerako eta seinaleen egokitzapenerako oinarritzko zirkuitu elektronikoak aztertu eta diseinatu.</li><li>-Tresneriako zirkuitu eta sistema elektronikoen analisi eta diseinurako tresna informatikoak trebeziaz erabili, baita tresneria birtuala eta neurketa tresnen kontrolerako ere.</li><li>-Oinarritzko tresneria elektronikoarekin erlazionatutako ezagutzak, emaitzak eta ideiak idatziz zein ahoz adierazteko gai izan.</li></ul> <p>Gaitasun hauek Ingeniaritza Elektronikoko Graduko eta Fisikako Graduko ikasketa planetan modulu edota irakasgai mailan definitutako eskumenetan lantzen diren gaitasunen zehaztapena dira.</p>			
GAI ZERRENDAA			
<div><div>1. Sarrera</div><div><div>1.1 Tresneria elektronikora sarrera</div><div>1.2 Neurketa sistema baten ezaugarriak</div><div>1.3 Funtsezko kontzeptuak</div></div></div> <div><div>2. Sentsoreak</div><div><div>2.1 Sarrera</div><div>2.2 Sentsoreen sailkapena</div><div>2.3 Oinarritzko sentsoreen adibideak</div><div>2.4 Magnitude elektrikoaren neurketarako sentsoreak</div></div></div> <div><div>3. Zarata eta interferentzia elektromagnetikoak</div><div><div>3.1 Sarrera</div><div>3.2 Zarata</div><div>3.3 Interferentzia elektromagnetikoak</div></div></div> <div><div>4. Seinale-egokitzapena</div><div><div>4.1 Sarrera</div><div>4.2 Anplifikazioa</div><div>4.3 Iragazketa</div><div>4.4 OPAMPen mugapen praktikoak</div></div></div> <div><div>5. Seinaleen sorrera eta sintesia</div><div><div>5.1 Zirkuitu multibibratzaileak</div><div>5.2 Osziladore harmonikoak</div><div>5.3 Phase-locked-loops (PLL)</div></div></div> <div><div>6. Datuen eskuratzea eta tresneriaren kontrola</div><div><div>6.1 Datu-eskuratze sistemak</div><div>6.2 Tresneriarako softwarea</div></div></div>			

IRAKASKUNTZA MOTAK

Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Ikasgelako eskola-orduak	30	5	5	10	10				
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	45	7,5	7,5	15	15				

**Legenda:** M: Maistrala S: Mintegia GA: Gelako p. GL: Laborategiko p. GO: Ordenagailuko p.  
GCL: P. klinikoak TA: Tailerra TI: Tailer Ind. GCA: Landa p.

**Argibideak:**  
Irakasgaia eskola magistral (30 eskola ordu), eskola praktikoa (5 eskola ordu) eta mintegietan (5 eskola ordu) oinarritzen da. Eskola praktikoei dagokienez, gelako praktikez gain, laborategi zein ordenagailu praktikak (20 ordu) ditu irakasgai honek.

Eskola magistraletan gai ezberdinen eduki teorikoak jorratuko dira ordenagailu bidezko aurkezpen eta arbeleko azalpenetan oinarrituz. Gelako praktiketan, adibide praktikakoak garatu eta ariketak zuzendu eta eztabaidatuko dira, ikasleen parte hartze zuzena bultzatuz. Ikusitako zenbait gaietan sakontzeko eta ikaskuntza kooperatiboa bultzatzeko, mintegi teoriko/praktikoak ere burutuko dira.

Ordenagailu praktiketan simulazio praktikak burutuko dira, kontzeptu teorikoak finkatu, eta zirkuitu errealean mugapenak ulertzeko.

Ikasketak osatzeko, laborategian zenbait zirkuitu diseinatu, muntatu eta egiaztatuko dira.

Bestalde, ikasleen parte hartzea eta irakasle-ikasleen arteko komunikazioa bultzatu eta errazteko, Moodle plataforma ere erabiliko da.

EBALUAZIOA

- Garatu beharreko azterketa idatzia
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak)
- Banakako lanak
- Taldeko lanak
- Lanen, irakurketen... aurkezpena

**Argibideak:**  
Irakasgaiaren ebaluaziorako irizpideak ohiko zein ezohiko deialdirako:

- Klaseko proba (notaren %15a)
- Entregatzeko lan eta ariketak edota aurkezpen publikoak (notaren %10a)
- Praktikak eta txostenak (notaren %10a)\*
- Amaierako azterketa idatzia (notaren %65a)\*

\* Irakasgaia gainditzeko azterketa idatzian gutxienez 3.5eko nota eduki beharko da 10etik.  
\* Praktikak egitea ezinbestekoa da irakasgaia gainditzeko. Laborategi praktikak egin ez dituzten ikasleek (edo justifikaziorik gabe praktikaren bat egin ez dutenek) notaren %75a suposatuko duen berariazko azterketa egin beharko dute.

NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK

BIBLIOGRAFIA

**Oinarrizko bibliografia**

- M. A. Pérez eta beste, "Instrumentación Electrónica". Thomson, 2004.

**Gehiago sakontzeko bibliografia**

- D. Christiansen, Electronics Engineers; Handbook, McGraw-Hill, 1989.
- G. Meijer, Smart Sensor Systems, John Wiley & Sons, 2008.
- C. R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, John Wiley & Sons, 1992.
- A.S. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, New York, 2010.
- S. Franco, Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos, McGraw-Hill, 2005.
- M. Sierra et al., Electrónica de Comunicaciones, Pearson Educación, 2003.
- W.F. Egan, Phase-Lock Basics, John Wiley & Sons, 1998.

- G. Nash, Phase Locked Loops Design Fundamentals, AN 535, Motorola Semiconductor Application Note, 1994.

## Aldizkariak

### Interneteko helbide interesgarriak

- <http://www.egr.msu.edu/em/research/goali/notes/>
- <http://www.design-reuse.com/>
- <http://www.national.com/analog>
- <http://www.educyclopedia.be/electronics/>
- <http://www.ni.com/labview/>

IRAKASKUNTZA-GIDA		2014/15																															
Ikastegia	310 - Zientzia eta Teknologia Fakultatea	Zikl.	Zehaztugabea																														
Plana	GFISIC30 - Fisikako Gradua	Ikastaroa	Zehaztugabea																														
IRAKASGAIA																																	
26630 - Seinaleak eta Sistemak		ECTS kredituak:	6																														
GAITASUNAK / AZALPENA / HELBURUAK																																	
<p>Deskribapena:</p> <p>Kurtso honetan seinale eta sistemen analisiaren oinarriak ikusten dira, bai eremu jarraian bai eremu diskretuan, hainbat aplikazioetara bideratuta, hala nola seinaleen iragazia eta prozesaketa, komunikazioa eta kontrol automatikoa. Edukiak barneratzen dute konboluzioa, Fourieren serieak eta transformazioak, seinale jarraien laginketa eta prozesaketa denbora eremuan, Laplace eta Z transformazioak, analisia maiztasun eremuan eta sistemen analisia transferentzi funtzioaren bitartez.</p> <p>Helburuak:</p> <p>Kurtsoaren helburua ikasleak hurrengo gaitasunak lortzea da.</p> <p>Gaitasunak:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Seinale eta sistemekin erlazionatutako oinarrizko kontzeptuak ezagutu eta erabili.</li><li>- Seinale eta sistemak ereduztatzeko eta aztertzeke teknikak ezagutu eta erabili, denbora- eta maiztasun-eremuan, bai kasu jarraituan bai kasu diskretuan.</li><li>- Seinale jarraituen lagintze-prozesua eta laginen bitarteko seinaleak berreskuratzeko teknikak ezagutu eta erabili.</li><li>- Seinale eta sistemei buruzko oinarrizko problemak ebatzi, teknika egokiak erabiliz.</li><li>- Gai izan irakasgaiarekin lotutako ezagutza, emaitza eta ideiak idatziz transmititzeko, egindako lana azaltzen duten txostenen bitartez.</li></ul>																																	
GAI ZERRENDAA																																	
<p>1- Seinale eta sistemetakoko sarrera</p> <p>Oinarrizko kontzeptuak. Sistemen ereduak denbora eremuan. Seinale eta sistemak denbora jarraian eta denbora diskretuan.</p> <p>2- Seinaleen transformazioa</p> <p>Fourieren serieak eta Fourieren transformazioak. Laplaceren transformazioa. Z transformazioa. Transferentzi funtzioa.</p> <p>3- Seinale eta sistemen analisia</p> <p>Anplitude eta fase espektroak. Energia- eta potentzia-seinaleak. Energia eta potentzia dentsitatea espektrala. Seinale periodikoen potentziaren kalkuloa. Konboluzio-integrala. Konboluzio diskretoak. Sistemen analisia denbora jarraian eta diskretoan transferentzi funtzioaren bitartez. BIBO egonkortasuna.</p> <p>4- Laginketa eta berreraikuntza</p> <p>Lagindutako seinale baten Fourieren transformazioa. Seinale baten berreraikuntza bere laginen bitartez. Gainjarpena eta Nyquisten laginketa-teorema. ZOH.</p> <p>5- Seinale eta sistemen analisia maiztasun eremuan</p> <p>Maiztasun erantzuna erabiliz Fourieren, Laplaceren, eta Z transformazioak. Maiztasun erantzunaren errepresentazio grafikoak (Ereepresentazio polarra eta Boderen lekua). Bode diagramen erainkuntza (konstanteak, polo eta zero errealeak, polo eta zero pare konplexuak). Iragazkiak.</p> <p>6- Berrelikatutako sistema linealak</p> <p>Berrelikadura. Routh-Hurwitzen irizpidea. Nyquisten irizpidea. Irabazi- eta fase-marjina.</p>																																	
IRAKASKUNTZA MOTAK																																	
<table><tr><th>Eskola mota</th><th>M</th><th>S</th><th>GA</th><th>GL</th><th>GO</th><th>GCL</th><th>TA</th><th>TI</th><th>GCA</th></tr><tr><td>Ikasgelako eskola-orduak</td><td>25</td><td>5</td><td>15</td><td></td><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.</td><td>37,5</td><td>7,5</td><td>22,5</td><td></td><td>22,5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA	Ikasgelako eskola-orduak	25	5	15		15					Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	37,5	7,5	22,5		22,5				
Eskola mota	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA																								
Ikasgelako eskola-orduak	25	5	15		15																												
Ikaslearen ikasgelaz kanpoko jardueren ord.	37,5	7,5	22,5		22,5																												
<p>Legenda:</p> <div><div>M: Maistrala</div><div>S: Mintegia</div><div>GA: Gelako p.</div><div>GL: Laborategiko p.</div><div>GO: Ordenagailuko p.</div><div>GCL: P. klinikoak</div><div>TA: Tailerra</div><div>TI: Tailer Ind.</div><div>GCA: Landa p.</div></div>																																	

**Argibideak:**

Irakasgaiaren oinarria alde batetik klase magistralak izango dira, non ordenagailu bidezko aurkezpenak eta arbelean emandako azalpenak erabiliko diren nagusiki. Klase hauekin batera adibide praktikoak ere erabiliko dira bai teoriarik garatuak bai ordenagailuaren bidezko simulazioetan, Scilab programa erabiliz.

Klase teorikoetan ikusitako kontzeptuak finkatzeko asmoz, laborategiko praktikak gauzatzen dira irakasleak gidatuta eta ikaslearen presentzian, Scilab bitartez egindako simulazioetan oinarrituta gehienbat. Kasu berezietan, eta irakaslearekin adostuta, praktikak era ez presentzialean gauza daitezke.

Bestalde, ikaslearen parte hartzea bultzatuko da ariketen ebazpenak proposatzen bai era presentzialean bai era birtualean, Moodle plataformaren bitartez prestatu den aplikazioa erabiliz. Azkenengo honen bidez bultzatu nahi da ikasleen parte hartzea eta irakasle-ikasleen arteko komunikazioa.

Ikasleak erabili behar dituen ematen zaizkion irakasgaiaren apunteak eta bibliografian aipatzen diren testuak, hala nola ariketa eta laborategiko praktiken proposamenak.

Irakasgaiari lotutako informazioa (apunteak, problemak, aurkezpenak, praktiken gidoiak, etabar) EHUko moodle zerbitzarian eskuragarri izango da.

Interesgarria da Sistemen ingeniariak eta Automatika arloan antolatzen diren ekintzetan parte hartzea. Horien artean, UPV/EHUko Elektrizitatea eta Elektronika sailak urtero antolatzen dituen Elektronikan Ingeniariaren Jardunaldien barruan lan zuzenduen aurkezpenak joatea.

Aholkuak irakasgaiaren matrikulatzeko:

- Oinarriko kontzeptu matematikoen ezagutza. Konkreteki: ekuazio diferentzial lineal eta parametro konstantedunak ebazpena, kalkulu matriziala, Laplace-ren transformazioa eta aldagai konplexuko funtzioen analisia ezagutza.

**EBALUAZIOA**

- Garatu beharreko azterketa idatzia
- Praktikak (ariketak, kasuak edo buruketak)
- Taldeko lanak
- Lanen, irakurketen... aurkezpena

**Argibideak:**

Praktikak egitea eta txostenak aurkeztea derrigorrezkoa da. Beraz, baldintza hau ez betetzeak irakasgai ez gaitzitzea ekartzen du. Irakasgaiaren ebaluazioa hurrengoa da, deialdiaren arabera:

• Ohiko deialdia:

- Azken azterketa teoriko/praktikoa: notaren %70a.
- Derrigorrezko praktikak eta aurkeztutako lana eta txostenak: geratzen den %30a.

• Ezohiko deialdia:

- Azken azterketa teoriko/praktikoa: notaren %70a.
- Derrigorrezko praktikak eta aurkeztutako lana eta txostenak: geratzen den %30a.

(Ikaslea nahi izanez gero, praktika-txosten berritua aurkeztu dezake)

- Araututako bultzadak betetzen dituzten ikasleek azken froga baten bitartez ebaluatzen badira, azterketa bat (azken notaren %70a) eta froga praktiko bat egin beharko dute (geratzen den %30a).

Ebaluazio-irizpideak: Bai azterketan bai praktika-txostenetan, lortutako emaitzen analisia era berezian baloratuko da.

**NAHITAEZ ERABILI BEHARREKO MATERIALAK**

Irakasleak kurso hasieratik ematen duen materiala.

**BIBLIOGRAFIA**

**Oinarriko bibliografia**

- \* Introducción a las señales y los sistemas. Lindner, Douglas K. McGraw-Hill. 2002
- \* Señales y sistemas. Oppenheim, Alan V, Nawab, S. Hamid, Willsky, Alan S. Prentice-Hall Hispanoamericana. 1998.

**Gehiago sakontzeko bibliografia**

- \* Fundamentos de señales y sistemas usando la Web y MATLAB. Heck, Bonnie S. Kamen, Edward W. Pearson Educación. 2008



- \* Señales y sistemas : análisis mediante métodos de transformada y MATLAB. Roberts, Michael J. McGraw-Hill. 2005
- \* Signals and Systems. Haykin, Simon and Van Veen, Barry. Wiley, 2002.
- \* Señales y sistemas continuos y discretos. Soliman, Samir S, Srinath, M. D. Prentice Hall. 1999.
- \* Erregulazio automatikoa, A. Tapia eta J. Florez, Elhuyar, 1995.
- \* Kontrol digitalaren oinarriak, Arantza Tapia, Gerardo Tapia eta Julian Florez,Elhuyar, 2007.

## **Aldizkariak**

## **Interneteko helbide interesgarriak**

- \* MIT OpenCourseWare, Massachussets Institute of Technology: <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm>
- \* Scilab: <http://www.scilab.org>
- \* Matlab: <http://www.mathworks.com/academia/index.html>
- \* EHU OpenCourseWare, Automatica: [http://http://ocw.ehu.es/enseñanzas-tecnicas/automatica/Course\\_listing](http://http://ocw.ehu.es/enseñanzas-tecnicas/automatica/Course_listing)