

**FITXA IDENTIFICATIVA****DADES DE L'ASSIGNATURA****Codi:** 36402**Nom:** Energies renovables i radiació solar**Cicle:** Grau**Crèdits ECTS:** 7,5**Curs acadèmic:** 2026-27**TITULACIONS**

Titulació	Centre	Curs	Període
1105 - Grau en Física	Facultat de Física	4	Primer quadrimestre

**MATÈRIES**

Titulació	Matèria	Caràcter
1105 - Grau en Física	Complements de Física	OPTATIVA

**COORDINACIÓ**

FRANCH GRAS BELEN

GOMEZ AMO JOSE LUIS

UTRILLAS ESTEBAN MARIA DEL PILAR

**RESUM**

L'assignatura «Energies Renovables i Radiació Solar» s'imparteix, amb caràcter optatiu, en el primer quadrimestre de el quart curs en el grau de Física.

Aquesta assignatura docent ha de proporcionar a l'estudiant els fonaments físics necessaris per a comprendre qüestions relacionades amb el món de la física de l'entorn i de les energies renovables, així com les eines adequades per resoldre-les de manera quantitativa. El canvi climàtic i la transició energètica constitueixen un dels reptes més importants i urgents que es plantegen actualment a nivell global. Per tant, cal trobar urgentment estratègies de mitigació de el primer mitjançant la millora de el coneixement de el sistema climàtic. Totes les solucions més prometedores des del punt de vista tecnològic i més competitives des del punt de vista econòmic passen per l'augment de les energies renovables com a alternativa a les fonts clàssiques d'energia, que són limitades i contaminants.

La matèria no se centra exclusivament en el món de el coneixement científic, tecnològic o industrial, sinó que té també un fort contingut de caràcter social i humà. Per això el desenvolupament de el programa no



es basa exclusivament en l'estudi de problemes acadèmics que permetin establir els conceptes bàsics i les tècniques de treball fonamentals, sinó que introdueix també als estudiants en la relació amb els problemes apressants que afecten el nostre temps i a les aplicacions científicotècniques que poden ajudar-nos a resoldre aquests problemes. Es tracta en definitiva de preparar adequadament als estudiants per la seva tasca ocupacional a desenvolupar posteriorment i que està relacionada amb el coneixement i millora de l'ambient que ens envolta i la gestió de l'energia que pot portar a aconseguir aquests fins.

olta i la gestió de l'energia que pot portar a aconseguir aquests fins.

## CONEXEMENTS PREVIS

### RELACIÓ AMB ALTRES ASSIGNATURES DE LA MATEIXA TITULACIÓ

No s'ha especificat restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

### ALTRES TIPUS DE REQUISITS

Sense requisits previs

## COMPETÈNCIES / RESULTATS D'APRENTATGE

### 1105 - Grau en Física

Capacitat d'aprenentatge: ser capaç d'iniciar-se en nous camps de la física i de la ciència i la tecnologia en general, a través de l'estudi independent.

Cerca de bibliografia: ser capaç de buscar i utilitzar bibliografia en física i altra bibliografia tècnica, així com qualsevol font d'informació rellevant per a treballs d'investigació i desenvolupament tècnic de projectes.

Comunicació oral i escrita: ser capaç de transmetre informació, idees, problemes i solucions mitjançant l'argumentació i el raonament propis de l'activitat científica, utilitzant els conceptes i les eines bàsiques de la física.

Cultura general en física: haver-se familiaritzat amb les àrees més importants de la física i amb enfocaments que compreguen i relacionen diferents àrees de la física, així com relacions de la física amb altres ciències.

Destreses generals i específiques en llengües estrangeres: haver millorat el domini de l'anglès (o d'una altra llengua estrangera d'interès) mitjançant: accés a bibliografia fonamental, comunicació oral i escrita (anglès científicotècnic), cursos, estudis a l'estranger, reconeixement de crèdits en universitats estrangeres etc.

Investigació bàsica i aplicada: adquirir una comprensió de la naturalesa de la investigació física, de les formes en què es du a terme, i de com la investigació en física és aplicable a molts camps diferents, per exemple l'enginyeria; habilitat per dissenyar procediments experimentals i/o teòrics per: (i) resoldre els problemes corrents en la investigació acadèmica o industrial; (ii) millorar els resultats existents.

Modelització i resolució de problemes: ser capaç d'identificar els elements essencials d'un procés/situació i d'establir-ne un model de treball. Ser capaç de realitzar les aproximacions requerides amb l'objecte de reduir un problema fins a un nivell manejable. Pensament crític per construir models físics.



Posseir i comprendre els fonaments de la física en els aspectes teòrics i experimentals, així com el bagatge matemàtic necessari per a la seua formulació.

Que els estudiants hagen demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé descansa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.

Que els estudiants hagen desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

Que els estudiants puguen transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

Que els estudiants sàpien aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseïsquen les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seua àrea d'estudi.

Que els estudiants tinguen la capacitat d'arreglar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

Resolució de problemes: ser capaç d'avaluar clarament els ordres de magnitud, de desenvolupar una percepció de les situacions que són físicament diferents però que mostren analogies, per permetre, doncs, l'ús de solucions conegudes a problemes nous.

Saber aplicar els coneixements adquirits a l'activitat professional, saber resoldre problemes i elaborar i defensar arguments, recolzant-se en els dits coneixements.

Ser capaç de reunir i interpretar dades rellevants per emetre judicis.

## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Magnituds radiomètriques

Angle sòlid.

Magnituds radiomètriques bàsiques.

Magnituds radiomètriques espectrals.

Relació entre radiància i densitat de flux.

Densitat d'energia radiant.



## 2. Interacció de la radiació amb la matèria

Mecanismes d'interacció

Reflexió

Albedo planetari

Absorció

Dispersió

Extinció

Relacions entre reflectància, absortància i transmissió

## 3. Fonts de radiació. Emissió

Fonts de radiació

La radiació de el cos negre

Emissivitat

Superfícies selectives

El Sol i la Terra com a fonts de radiació

## 4. Absorció

Origen de les línies espectrals

Perfil d'una línia espectral

Eixamplament d'una línia espectral

Intensitat de línia

Absorció total en una línia. amplada equivalent

Models de bandes. definicions

Model regular o de Elsässer

models aleatoris

Intensitat i semianchura mitjanes

## 5. Dispersió per molècules i partícules

Atenuació de la radiació per dispersió.

Teoria de Rayleigh de la dispersió molecular

Paràmetres de la dispersió de Rayleigh

Bases de la teoria de Mie per a la dispersió per partícules.

Coeficients de dispersió de Mie



## 6. L'equació de transferència radiativa

Balanç de radiància en un element de volum  
funció font  
Llei de Beer i equació de Schwarzschild  
Atmosferes pla-paral·leles  
Resolució de l'ETR en una atmosfera no dispersiva. Plantejament de el problema  
Expressions per a les radiancias  
Atmosfera isoterma. Aproximació de refredament cap a l'espai  
La ETR en una atmosfera dispersiva  
Parametrització de la funció de fase  
Resolució de l'ETR en una atmosfera dispersiva

## 7. Absorció i dispersió pels components gasosos a l'atmosfera terrestre

Absorció en l'UV  
Absorció en el visible i l'IR proper  
Absorció a l'IR tèrmic i el microones  
massa òptica  
transmitàncies  
Dispersió molecular. aproximacions paramètriques  
Expressions empíriques per a la dispersió per partícules. Coeficients de terbolesa

## 8. Aerosols atmosfèrics

Introducció: el paper dels aerosols a l'atmosfera  
Propietats físiques i radiatives  
Determinació de l'espessor òptic a partir de mesures de radiació  
Determinació de la distribució de mides. models  
Models climàtics d'aerosols  
Aerosols i salut humana



## 9. Núvols. Balanç de radiació

Els núvols i la temperatura d'equilibri de sistema terra-atmosfera

Formació i creixement de partícules en un núvol

Propietats microfísiques dels núvols. Distribució de mides

Transferència radiativa en una atmosfera amb núvols

Parametrització de les propietats radiatives dels núvols

Descripció general del balanç de radiació

Càlcul dels fluxos radiatius

Balanç de radiació al sostre de l'atmosfera (TOA)

Balanç de radiació en la superfície de la terra

## 10. Radiació en el límit de l'atmosfera terrestre

Distància relativa Sol-Terra

Declinació solar

Coordenades geogràfiques

Equació de el temps

Coordenades solars

Radiació en funció de l'angle d'incidència

Irradiància sobre una superfície horitzontal en el sostre de l'atmosfera

Irradiació sobre una superfície horitzontal en el sostre de l'atmosfera

Irradiació sobre una superfície arbitrària en el sostre de l'atmosfera

## 11. Càlcul de la radiació solar a nivell de terra: Aproximació paramètrica

Justificació

Components de la radiació solar

Irradiància directa

Dispersió. Aproximació dels dos fluxos

Irradiància difusa. components

La irradiància global a nivell de sòl

## 12. Mesura de la radiació i dels components atmosfèrics

Mesures de radiació: generalitats

Mesura de la radiació solar de banda ampla: components directa, difusa i global



Mesura en diferents bandes: ultraviolada i infraroig  
Mesura de l'albedo  
Mesures espectrals  
Mesura de les propietats físiques i radiatives dels aerosols

### 13. L'energia i el desenvolupament humà

Concepte d'energia i les seves formes  
El passat. L'energia barata i abundant  
El present. La sensibilització social  
El futur. El desenvolupament sostenible  
Energies alternatives i energies renovables  
Efectes contaminants de l'energia

### 14. Energia eòlica

L'energia de vent i la seva utilització històrica  
Origen, característiques i determinació de el recurs eòlic  
Estimació de la producció energètica  
Aerogeneradors  
Plantes eòliques i aplicacions  
Avantatges, inconvenients i impacte ambiental de l'energia eòlica

### 15. Energia fotovoltaica

L'efecte fotovoltaic  
La cèl·lula solar i la seva corba característica  
Indicadors de rendiment i funcionament  
Associació de cèl·lules en sèrie i en paral·lel  
Del mòdul a la planta fotovoltaica. Aplicacions  
Avantatges, inconvenients i impacte ambiental de l'energia fotovoltaica



## 16. Energia solar tèrmica

Algunes notes històriques  
Propietats òptiques dels materials  
Propietats tèrmiques dels materials i mecanismes de transmissió de la calor

## 17. Energia solar tèrmica de baixa temperatura

El captador solar pla i la seva equació de balanç energètic  
Avaluació del rendiment del captador solar pla  
Tipus de captadors solars de baixa temperatura  
Aplicacions de baixa temperatura

## 18. Energia solar tèrmica de mitja i alta temperatura

La concentració solar, tipus de concentradors  
Generació d'energia solar termoelèctrica  
Algunes aplicacions de l'energia solar tèrmica

## 19. Energia de la biomassa

Concepte de Biomassa  
Els residus orgànics  
Conversió de biomassa en energia  
Cultius energètics  
Biocombustibles  
Avantatges i inconvenients de la biomassa energètica

## 20. Altres energies alternatives

Energia hidràulica  
Energia geotèrmica  
Energia del mar



Energia de les mareas  
 Energia de les ones  
 Energia dels corrents marins  
 Energia maremotèrmica

## 21. Laboratori

### P1. Radiació solar.

Relacions astronòmiques Terra-Sol. Calibrat de radiòmetres. Variació de la irradiància amb l'angle zenital. Conèixer i manejar dispositius de mesura de radiació solar. Calibrat dels dispositius de mesura. Anàlisi de dades de radiació solar integrada. Models de transferència radiativa per a l'estudi de la reflectivitat i transmissivitat de diferents superfícies. Estudiar i calcular algunes propietats com transmissivitat, reflectivitat, etc, de diferents superfícies a través de l'estudi de models de transferència radiativa.

### P2. Energia eòlica.

Estudi d'un aerogenerador. Analitzar el recurs eòlic: velocitat, direcció i distribució de freqüència de vent. Rosa dels vents. Obtenir la corbes de potència disponible, màxima aprofitable i aprofitable real d'un aerogenerador. Estudiar el comportament d'un aerogenerador en funció de la distribució de velocitats. Obtenir la distribució angular de potència generada per l'aerogenerador.

### P3. Energia solar tèrmica.

Estudi d'un captador solar pla. Estudiar les característiques i el comportament d'un panell solar pla. Determinar la seva corba de rendiment. Obtenir els valors del factor d'extracció de calor i de el coeficient global de pèrdues del mateix. Analitzar el seu funcionament amb el temps i el de les variacions de temperatura.

### P4. Energia solar fotovoltaica.

Estudi de mòduls fotovoltaics i les seves associacions Analitzar l'estructura i el comportament d'un mòdul fotovoltaic. Conèixer el seu corba característica i trobar el punt de màxima potència. Estudiar la dependència de la lliçó respecte de la irradiància rebuda. Anàlisi del rendiment. Obtenir les corbes característiques de mòduls connectats en sèrie i en paral·lel i el seu punt de màxima potència. Estudiar la dependència dels mòduls respecte de la irradiància rebuda. Rendiment de l'associació.

## VOLUM DE TREBALL (HORES)

### ACTIVITATS PRESENCIALS

Activitat	Hores
Teoria	45,00
Laboratori	30,00
<b>Total hores</b>	<b>75,00</b>

### ACTIVITATS NO PRESENCIALS

Activitat	Hores
Assistència a altres activitats	0,00



Elaboració de treballs individuals o en grup	30,00
Estudi i treball autònom	64,00
Preparació de classes	10,00
Preparació d'activitats d'avaluació	8,50
Resolució de casos pràctics	0,00
<b>Total hores</b>	<b>112,50</b>

## METODOLOGIA DOCENT

L'assignatura té dues parts amb una metodologia ben diferenciada: A) Teoria i problemes i B) Laboratori. El desenvolupament de les classes és el següent:

### Teoria i problemes

Els crèdits teòrics i de resolució de problemes s'estructuren en tres hores de classe a la setmana, amb proporció variable de teoria i problemes segons la matèria. La metodologia de treball es pot classificar en els següents apartats:

**Temes de teoria:** El professorat imparteix els continguts teòrics, generalment seguint el model de lliçó magistral i basant-se en diferents materials (presentació de diapositives, apunts, figures i pissarra) que es facilitaran prèviament a l'alumnat.

**Resolució de problemes:** Aquesta part té un doble vessant: contempla l'estudi individual i la participació de l'alumnat a classe. Els/les estudiants disposen d'una col·lecció de problemes per a cada agrupació de teoria, que pot reunir diverses lliçons, alguns dels quals seran resolts a classe (tant pels estudiants com pel professor). El professorat podrà deixar alguns problemes dels butlletins, o proposar alguns nous, perquè siguin resolts fora de l'aula.

### Pràctiques de laboratori

El curs està estructurat en vuit sessions de laboratori (una sessió cada setmana) de 3 hores i 45 minuts cadascuna. Aquestes s'imparteixen en subgrups petits, amb un professor/a assignat a cada subgrup. En les sessions els estudiants agrupats per parelles realitzen les pràctiques. L'assistència a aquestes sessions és obligatòria i condició necessària per superar l'assignatura.

L'alumnat ha d'acudir a laboratori havent llegit atentament el guió de la pràctica que haurà de realitzar en cada sessió (coneguda amb anterioritat). A el principi de la sessió, el professorat supervisarà la comprensió d'aquest guió i orientarà els/les alumnes sobre aquells aspectes conceptuals o tècnics necessaris perquè puguin començar correctament l'adquisició de dades.

Per cada pràctica, la parella ha de presentar una memòria on s'arreglen les dades experimentals i el seu tractament (errors, gràfiques, ajustos), així com les conclusions a què s'arriba. Es posarà èmfasi en la utilització de programes informàtics per al tractament de les dades (full de càlcul), el que es pot fer durant les sessions de pràctiques amb els ordinadors disponibles en el propi laboratori.



## AVALUACIÓ

L'avaluació de l'assignatura es fa tenint en compte, proporcionalment, les parts de: A) Teoria i problemes i B) Laboratori.

### A. TEORIA I PROBLEMES: 70%

L'avaluació d'aquesta part de l'assignatura es farà en base a una avaluació continuada en la qual es tindran en compte l'assistència i la participació de l'estudiant a classe, i la correcció dels problemes proposats per a la seva resolució a casa. Una assistència superior a l'80% i la nota corresponent a la correcció dels problemes proposats podrà donar lloc a l'APROVAT de l'assignatura, amb una nota màxima de 6.5.

Com a alternativa tot estudiant podrà optar a un examen escrit que podrà constar de diferents qüestions de teoria i problemes. En la segona convocatòria, aquesta és l'única opció.

### B. LABORATORI: 30%

El treball de laboratori s'avalua de forma contínua en base a les memòries realitzades pels alumnes per a cadascuna de les pràctiques previstes durant el curs.

La qualificació final s'obtindrà com la mitjana ponderada dels apartats A i B, sempre que s'obtingui un mínim de 4/10 en l'apartat A i de 5/10 en l'apartat B. La qualificació total necessària per superar l'assignatura serà de 5/10 punts.

## BIBLIOGRAFIA

- Iqbal, M.: Introduction to solar radiation Academic Press, 1983
- Lenoble, J.: Atmospheric radiative transfer. A. Deepak Pub., 1993
- Villarrubia, M.: Ingeniería de la energía eólica. Marcombo, 2012
- Castañer, L.: Energía solar fotovoltaica. Ediciones UPC, 1992
- Duffie, J. y Beckman, W.: Procesos térmicos en energía solar. Grupo Cero, 1979
- González, J.: Energías Renovables. Reverté. Barcelona. 2009
- Liou, K.N.: An introduction to atmospheric radiation, Elsevier, 2002



- Julian Chen, C.: Physics of solar energy, John Wiley & Sons, 2011
- Ortega. M.: Energías Renovables. Paraninfo. Madrid. 2000
- Brower. M. C: Wind resource assesment. A practical guide to developing a wind project, John Wiley & Sons, 2012
- Bohren and Clothiaux, Fundamentals of atmospheric radiation, Wiley, 2006