

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| <b>Codi</b>          | 34273                              |
| <b>Nom</b>           | Física atòmica i de les radiacions |
| <b>Cicle</b>         | Grau                               |
| <b>Crèdits ECTS</b>  | 4.5                                |
| <b>Curs acadèmic</b> | 2022 - 2023                        |

**Titulació/titulacions**

| <b>Titulació</b>      | <b>Centre</b>      | <b>Curs</b> | <b>Període</b>     |
|-----------------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 1105 - Grau en Física | Facultat de Física | 4           | Segon quadrimestre |

**Matèries**

| <b>Titulació</b>      | <b>Matèria</b>              | <b>Caràcter</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1105 - Grau en Física | 16 - Complementos de Física | Optativa        |

**Coordinació**

| <b>Nom</b>             | <b>Departament</b>                        |
|------------------------|-------------------------------------------|
| VIJANDE ASENJO, JAVIER | 180 - Física Atòmica, Molecular i Nuclear |

**RESUM**

La Física Atòmica i de les Radiacions és una assignatura de caràcter optatiu que s'imparteix en el 2<sup>o</sup> quadrimestre del 4<sup>o</sup> curs dels estudis de Grau en Física. Consta d'un total de 4,5 ECTS dels quals 3 ECTS són teòrics i 1,5 ECTS teòric-pràctics (resolució de problemes). Aquesta assignatura forma part de la matèria Complementos de Física i permetrà a l'estudiant complementar els seus coneixements de Física Atòmica i Nuclear.

Es pretén que l'alumne obtingui després del curs un coneixement profund de l'àtom i de les radiacions ionitzants. Per a això, s'estudia, en primer lloc, l'estructura atòmica i el comportament de l'àtom en camps magnètics; després, s'estudien les maneres d'interacció de la radiació amb la matèria. Finalment, es presenten les aplicacions tecnològiques més importants de la física de les radiacions.

Diferents disciplines, com la Física Mèdica, la Física Nuclear o la Física de Partícules, requereixen del coneixement de la Física Atòmica i de les Radiacions Ionitzants, pel que aquesta assignatura està particularment aconsellada per als estudiants que vulguin especialitzar-se en alguna d'aquestes branques de la Física.



## CONEIXEMENTS PREVIS

### Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

### Altres tipus de requisits

Per a cursar esta assignatura es requereixen els coneixements de Física Quàntica I, Anàlisi Matemàtica Mecànica i Electromagnetisme estudiat en les matèries obligatòries del grau. Altres assignatures com a Física Quàntica II (en el tercer curs) i Física Nuclear i de Partícules (en el primer semestre del quart curs), són convenientes per a aprofundir en certs aspectes d'esta assignatura, encara que no indispensables. Complementàriament a esta assignatura pot estudiar-se l'assignatura d'Instrumentació Nuclear.

## COMPETÈNCIES

### 1105 - Grau en Física

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.



- 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.
- 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.
- 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.
- 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 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.
- Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Que els estudiants hagen desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

## RESULTATS DE L'APRENTATGE

### DESTRESES A ADQUIRIR

- Coneixement de l'evolució de conceptes en Física Atòmica i la seva evolució històrica.
- Coneixement de l'estructura i espectroscòpia d'àtoms monoelèctrics i la seva aplicació en Astrofísica i a altres sistemes no atòmics.
- Coneixement de l'estructura i espectroscòpia d'àtoms complexos.
- Interpretació de les propietats químiques dels elements i l'estructura del Sistema Periòdic en termes de l'estructura atòmica.
- Coneixement del comportament d'àtoms en camps elèctrics i magnètics i la seva espectroscòpia, amb aplicacions a Astrofísica.
- Coneixement dels efectes nuclears a la Espectroscòpia Atòmica, incloent desplaçaments isotòpics i ressonància magnètica nuclear.
- Coneixement de la ressonància magnètica nuclear i les seves aplicacions a Imatge.
- Coneixement del funcionament d'un rellotge atòmic i els seus diferents tipus. Aplicacions al GPS.
- Coneixements de les característiques dels raigs X, la seva producció i espectroscòpia i la seva aplicació a mètodes d'anàlisi elemental, com la fluorescència de raigs X.
- Coneixements dels principals tipus de radioactivitat, de les sèries radioactives naturals, les lleis de desintegració radioactiva, i contaminació radioactiva natural.
- Coneixements dels mètodes nuclears d'anàlisi elemental.



- Coneixement de l'estructura atòmica.
- Coneixement dels diferents tipus de radiacions i dels seus mecanismes de producció.
- Coneixement dels RAJOS X, com es produïxen i els seus usos principals.
- Comprensió dels diferents processos d'interacció dels fotons amb la matèria.
- Comprensió dels mecanismes d'interacció de les partícules carregades amb la matèria.
- Comprensió dels mecanismes d'interacció dels neutrons amb la matèria.
- Coneixement dels principals dispositius experimentals que permeten detectar i mesurar la radiació.
- Càlculs dosimètrics.
- Coneixement de les principals amidades de protecció enfront de les radiacions.
- Coneixement d'algunes aplicacions importants de la física de les radiacions.

### HABILITATS SOCIALS

- Desenvolupar la capacitat de raonament crític i l'aplicació del mètode científic.
- Ser capaç d'identificar problemes, incloent les semblances amb uns altres la solució dels quals és coneguda, i idear estratègies per a la seva solució.
- Desenvolupar la capacitat de planificar i organitzar el propi aprenentatge, basant-se en el treball individual, a partir de la bibliografia i altres fonts d'informació.
- Avaluar les diferents causes d'un fenomen i la seva importància relativa.
- Identificar els elements essencials d'una situació complexa, realitzar les aproximacions necessàries per a construir models simplificats que ho descriguin i poder així entendre el seu comportament en altres situacions.
- Ser capaç d'efectuar una posada al dia de la informació existent sobre un problema concret, ordenar-la i analitzar-la críticament.
- Fomentar la capacitat per a treballar en equip a l'hora d'abordar problemes complexos que requereixen col·laboració amb altres persones.
- Potenciar l'adquisició de recursos d'expressió oral i escrita per a portar a terme una argumentació científica clara i coherent.
- Estimular la capacitat de comunicació dels conceptes físics involucrats en un problema mitjançant expressió oral i escrita.
- Potenciar la comprensió i l'ús de les noves tecnologies de la informació.
- Rigor a l'hora de valorar el treball realitzat per un mateix. Fomentar l'esperit crític i incentivar l'esperit de superació davant resultats inesperats o erronis.
- Habilitat per a argumentar des de criteris racionals i científics, tant en l'àmbit acadèmic com divulgatiu, evitant prejudicis d'índole social.
- Capacitat d'identificar i valorar la importància dels conceptes i recursos científics estudiats amb les seves aplicacions a altres camps de la ciència i a la millora del benestar social.
- Actituds i valors que estableixin condicions per a desenvolupar un comportament ètic en el desenvolupament de l'activitat professional.

## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. L'àtom i els seus components



Àtoms i molècules.  
Pesos atòmics.  
Número d'Avogadro.  
Els components de l'àtom. L'electró.  
Els components de l'àtom. El nucli.  
El fotó.  
Espectres atòmics.  
Model de Bohr  
Espectre de Rajos X. Llei de Moseley.  
Magnetisme atòmic

## 2. Àtoms d'un sol electró

Generalitats.  
Potencial Coulombiano.  
L'equació de Dirac lliure.  
L'equació de Dirac en un camp em.  
L'equació de Dirac en un potencial central.  
Regles de selecció.  
L'efecte Lamb.  
Àtoms exòtics

## 3. Àtoms multieletrònics

Hamiltoniano d'àtoms complexos.  
Apantallament. Càrrega efectiva i penetració.  
Gasos nobles.  
Àtoms alcalins.  
Àtoms de dos electrons (He).  
Àtoms alcalinoterris.  
Àtoms trivalents.  
Metalls de transició.  
Terres rares. Lantànids i actínids.  
Mètode de Hartree i Hartree-Fock.  
Resoldre el hamiltoniano complet. Acoblaments LS i jj.

## 4. Àtoms en camps elèctrics i magnètics

Efecte Stark.  
Efecte Zeeman normal.  
Efecte Paschen-Back.  
Efecte Zeeman anòmal.  
Efecte Zeeman general



## 5. Estructura hiperfina

Estructura hiperfina.

Estructura hiperfina dipolar magnètica.

Aplicacions de l'estructura hiperfina.

## 6. Interacció de les partícules carregades amb la matèria

Interacció radiació-matèria

Mecanismes de pèrdua d'energia

Màxima transferència d'energia en una col·lisió

Poder frenant

## 7. Interacció de neutrons amb la matèria

Fonts de neutrons

Classificació de neutrons

Interaccions amb la matèria

Dispersió elàstica

Dispersió inelàstica.

Reaccions i el seu llindar

## 8. Interacció de fotons amb la matèria

Processos d'interacció dels fotons amb la matèria

Fluència

Concepte de secció eficaç

Dispersió coherent

Dispersió incoherent: Compton

Efecte fotoelèctric

Producció de parixes

Coeficients d'atenuació

Absorció d'energia

## 9. Dosimetria de les radiacions

Magnituds i unitats per a la radiació ionitzant

Marco temporal dels efectes de la radiació

Efectes físics i químics en aigua irradiada

Exemples de traces de partícules carregades en aigua

Efectes biològic i dany cel·lular

Traces i ADN

Dades sobre els efectes de les radiacions en humans

Radioteràpia



Magnituds dosimètriques: Dosi equivalent i efectiva

Magnituds operacionals

Límits de dosi

**VOLUM DE TREBALL**

| ACTIVITAT                                         | Hores         | % Presencial |
|---------------------------------------------------|---------------|--------------|
| Classes de teoria                                 | 45,00         | 100          |
|                                                   | 0,00          | 100          |
| Assistència a esdeveniments i activitats externes | 2,00          | 0            |
| Estudi i treball autònom                          | 10,00         | 0            |
| Preparació d'activitats d'avaluació               | 10,00         | 0            |
| Preparació de classes de teoria                   | 30,00         | 0            |
| Preparació de classes pràctiques i de problemes   | 15,50         | 0            |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>112,50</b> |              |

**METODOLOGIA DOCENT**

L'assignatura té dues parts amb una metodologia bé diferenciada:

- Classes de teoria. Seran classes en general de caràcter magistral i en elles s'exposaran els continguts de l'assignatura anteriorment indicats. L'ús de les noves tecnologies (presentacions electròniques) és especialment apropiat per a bona part del les exposicions, donat el seu elevat contingut de gràfics presentant diagrames, esquemes, taules, fotografies de dispositius experimentals i aplicacions pràctiques, i tot tipus de material visual que permeti a l'alumne relacionar els continguts amb les seves aplicacions. L'ús de la bibliografia resulta fonamental per a comprendre els continguts i arribar a els objectius de l'assignatura. El professor oferirà aquest material als alumnes (directament o a través de la plataforma d'Aula Virtual) amb antelació a l'inici de cada tema.
- Classes pràctiques. En la classe pràctica setmanal es resoldran problemes de cada tema de l'assignatura. El professor lliurarà prèviament una col·lecció de problemes de cada capítol, bé directament o a través de la plataforma d'Aula Virtual. No tots els exercicis es resoldran en classe, deixant part d'ells com a treball personal de l'alumne.

Amb aquesta estructura es pretén que les classes pràctiques serveixin com il·lustració pràctica de tècniques i procediments presentats en les classes teòriques, i constituir un ensinistrament professional, plantejant problemes tipus i problemes que, en la mesura del possible, facin referència a situacions pràctiques el més reals possible.



## AVALUACIÓ

Els sistemes d'avaluació són els següents:

1. Exàmens escrits: una part avaluarà la comprensió dels aspectes teòric-conceptuals i el formalisme de l'assignatura, tant mitjançant preguntes teòriques com a través de qüestions conceptuals i numèriques o casos particulars senzills. Altra part valorarà la capacitat d'aplicació del formalisme, mitjançant la resolució de problemes, així com la capacitat crítica respecte als resultats obtinguts. En ambdues parts es valoraran una correcta argumentació i una adequada justificació (70%). Hauran de tindre una nota mínima de 3.5 punts sobre 10 per aprovar l'assignatura.
2. Avaluació contínua: valoració de treballs i problemes presentats pels estudiants, qüestions proposades i discutides en l'aula, presentació oral de problemes resolts o qualsevol altre mètode que supose una interacció entre docents i estudiants (30%).

## REFERÈNCIES

### Bàsiques

- James E. Turner, Atoms, radiation and radiation protection , Wiley-VDH, 3rd. ed.
- B. H. Bransden, C.J. Joachain, Physics of atoms and molecules, Prentice-Hall, 2nd ed.

### Complementàries

- E. B. Podgorsak, Radiation Physics for Medical Physicists, Springer, 2nd ed.
- H. Haken, H.C. Wolf, The Physics of Atoms and Quanta, Springer, 6th ed.