

**Física de Radiacions**

Codi: 100186  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500097 Física	OT	4	0

**Professor de contacte**

Nom: Carlos Domingo Miralles  
Correu electrònic: Carles.Domingo@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)  
Grup íntegre en anglès: No  
Grup íntegre en català: No  
Grup íntegre en espanyol: No

**Equip docent**

Tayeb Bouassoule el Hamdaoui  
Maria Teresa Romero Exposito

**Prerequisits**

És recomanable que, a més dels coneixements generals impartits en les assignatures de primer cicle, es tinguin coneixements previs de les bases de la física atòmica i de la física nuclear.

**Objectius**

- Diferenciar les radiacions ionitzants de les no ionitzants
- Estudiar els processos de desintegració nuclear, la llei d'activitat radioactiva i les sèries de desintegracions radioactives
- Coneixer els principis físics de la interacció de qualsevol tipus de radiació ionitzant amb la matèria
- Aplicar aquests principis físics a la detecció de radiacions ionitzants
- Estudiar i diferenciar els diferents tipus de detectors de radiació i l'electrònica associada a la detecció.
- Tenir coneixements dels diferents camps d'aplicació de les radiacions ionitzants: medi ambient, medicina i indústria.
- Coneixer les magnituds físiques, limitatives i operacionals en protecció radiològica i la seva relació amb la interacció radiació-matèria.

**Competències**

- Aplicar els principis fonamentals a l'estudi qualitatiu i quantitatiu de les diferents àrees particulars de la física

- Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals
- Conèixer les bases d'alguns temes avançats incloent desenvolupaments actuals en la frontera de la física sobre els quals poder-se formar posteriorment amb més profunditat
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals
- Formular i abordar problemes físics identificant els principis més rellevants i utilitzant aproximacions, si fos necessari, per arribar a una solució que ha de ser presentada explicitant hipòtesis i aproximacions
- Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
- Planejar i realitzar, utilitzant els mètodes apropiats, un estudi, mesura o recerca experimental i interpretar i presentar-ne els resultats
- Planejar i realitzar, utilitzant els mètodes apropiats, un estudi o recerca teòrica i interpretar i presentar-ne els resultats
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- Respectar la diversitat i pluralitat d'idees, persones i situacions
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte
- Treballar en grup, assumint responsabilitats compartides e interaccionant professional i constructivament amb altres amb absolut respecte als seus drets.
- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionant les eines apropiades, construint models adequats, interpretant resultats i comparant críticament amb l'experimentació i l'observació

## Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar tècniques de convolució per obtenir l'espectre dels camps neutrònics detectats a partir de les mesures efectuades als espectròmetres.
2. Calcular de manera aproximada blindatges adequats a la protecció radiològica en casos pràctics concrets.
3. Combinar la informació proporcionada per diversos detectors per obtenir informació integrada de les característiques de la radiació analitzada.
4. Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals.
5. Conèixer les bases de les tècniques i els instruments de producció de radiacions ionitzants utilitzats en medicina, en la indústria i en investigació.
6. Conèixer les bases dels detectors de radiació utilitzats en formació d'imatges per a diagnòstic i tractament mèdic.
7. Descriure els principis físics en què es basa la detecció de radiació ionitzant.
8. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
9. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
10. Determinar el tipus de detector més adequat a cada tipus de radiació ionitzant.
11. Determinar les característiques bàsiques i dur a terme mesures de radiació alfa, beta i gamma al laboratori.
12. Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals.
13. Fer una anàlisi dels nivells de radiació a partir d'un conjunt de mesures obtingudes en una instal·lació real.
14. Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
15. Obtenir l'equació de Bethe-Bloch i aplicar-la a la interacció de les partícules carregades amb la matèria.
16. Obtenir les equacions per a l'efecte Compton, la secció eficaç Compton i els coeficients d'absorció i atenuació i aplicar-los a la interacció dels fotons amb la matèria.
17. Procedir al calibratge de diferents tipus de detectors a partir dels resultats en instal·lacions metrològiques.

18. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
19. Resoldre les equacions diferencials associades a les cadenes de desintegració.
20. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
21. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
22. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
23. Utilitzar la simulació numèrica per al càlcul del transport de la radiació a través de la matèria.

## Continguts

### 1.- Introducció

- Radioactivitat, des de 1890.
- Àtoms

Estructura atòmica i radiació atòmica

- Nuclis

El nucli i la radioactivitat. Diagrames de desintegració. Radiació alfa, beta i gamma.

- Radioactivitat

Activitat i llei de desintegració radioactiva. Sèries de desintegracions. Equilibri.

### 2.- Interacció radiació-matèria

- Interacció de les partícules carregades amb la matèria

Partícules pesades: Mecanismes de col·lisió. Ionització primària i secundària. Poder de frenada. Tractament semiclàssic: equació de Bethe-Bloch. Energies d'excitació. Abast. Radiació Cerenkov. Limitacions del tractament semiclàssic.

Electrons: Mecanismes de pèrdua d'energia: col·lisions i emissió de radiació de frenat. Abast

Traces de les partícules carregades: Raigs delta. Pèrdua d'energia restringida. Transferència lineal d'energia (LET). Ionització específica. Fluctuacions de l'energia i de l'abast. Dispersió de Coulomb múltiple.

- Interacció dels fotons amb la matèria.

Efecte Fotoelèctric. Efecte Compton. Producció de parells. Reaccions fotonuclears. Coeficients d'atenuació i coeficients d'absorció.

- Neutrons.

Fonts de neutrons. Classificació dels neutrons. Mecanismes d'interacció amb la matèria. Dispersió elàstica. Reaccions i lliurar d'energia. Activació. Fissió. Criticitat.

### 3.- Detectors de radiació

- Estadística de comptatge

Models estadístics. Incertesa. Límit de detecció.

- Propietats generals dels detectors

Modes d'operació. Resolució en energia. Eficiència de detecció. Temps mort. Temps de resolució.

- Detectores de gas

Cambres d'ionització.

Comptadors proporcionals: Multiplicació. Funcionament dels comptadors proporcionals. Eficiència de detecció i corbes de comptatge.

Comptadors Geiger-Müller: Descàrrega. Comportament temporal. Particularitats de disseny. Eficiència

- Detectores de centelleig

Centellejadors sòlids. Centellejadors líquids. Fotomultiplicadors i fotodiodes. Espectrometria. Resposta a la radiació gamma i als neutrons

- Semiconductors

Diodes de Si. Detectores de Ge. Altres semiconductors. Detectores d'allau.

- Detectores de neutrons

Detecció de neutrons lents. Detecció i espectrometria de neutrons ràpids. Detectores basats en activació.

- Altres detectores

Emulsions fotogràfiques. Dosímetres termoluminiscentes. Detectores de traces. Detectores Cerenkov. Cambres de boira. Cambres de bombolles.

- Electrònica nuclear

Processat de polsos. Impedàncies. Funcions lineals i funcions lògiques. Dispositius digitals. Analitzadors multicanal

#### 4.- Aplicacions

- Radioprotecció

Dosimetria. Magnituds i unitats. Càlcul de dosis. Efectes biològics de la radiació. Protecció radiològica: radiació externa i dosimetria interna

- Aplicacions industrials

Mesures de gruixos. Mesures de densitat. Control de nivells. Control de qualitat. Esterilització.

- Aplicacions mèdiques

Proves diagnòstiques (TAC). Producció de radiofàrmacs. PET. Tractaments de radioteràpia: LINACs i hadronteràpia.

- Medi ambient:

Utilització de traçadors. Protecció del medi ambient. Geocronologia.

#### 5.- Pràctiques (llistat provisional)

- Eines informàtiques en física de les radiacions (aula)
- El comptador Geiger-Müller: corba característica, temps de resolució i factor geomètric.
- Determinació de l'eficiència de detecció
- Detecció de partícules alfa amb un detector semiconductor de barrera de superfície.
- Absorció i retrodispersió de la radiació beta
- Espectrometria gamma amb centelleig sòlid NaI(Tl). Calibratge en energia i estudi dels espectres

- Espectrometria de neutrons: el sistema actiu ( $^3\text{He}$ ) i el sistema passiu (activació de  $^{197}\text{Au}$ ) d'esferes Bonner de la UAB.

## Metodologia

L'assignatura té classes presencials de teoria, problemes i pràctiques de laboratori. És altament recomanable assistir a les classes de teoria i de problemes, i és **obligatori** assistir i realitzar les pràctiques de laboratori.

Durant el curs es plantejarà la realització d'activitats dirigides, tant de caràcter més teòric (recerca bibliogràfica i realització de treballs) com de caire pràctic (ressolució de problemes i recerca de dades experimentals).

L'alumne haurà de dedicar una part important del temps en l'ampliació dels coneixements donats a classe i en l'estudi personal.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Classes presencials de problemes	8	0,32	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 19, 23
Classes presencials de teoria	30	1,2	1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 19, 23
Pràctiques presencials de laboratori	7	0,28	1, 3, 5, 6, 10, 11, 13, 17, 23
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Realització dels informes de pràctiques	16	0,64	4, 8, 9, 12, 14, 18, 20, 21, 22
Recerca d'informació i estudi	65	2,6	4, 8, 9, 12, 14, 18, 20, 21, 22
Treballs bibliogràfics i problemes	15	0,6	4, 8, 9, 12, 14, 18, 20, 21, 22

## Avaluació

L'avaluació de l'assignatura es realitzarà amb quatre tipus d'activitats:

1.- Exàmens teòrico pràctics: Hi haurà dos exàmens parcials amb qüestions i problemes sobre el temari impartit a classe o que l'alumne hagi treballat al llarg del curs. Els exàmens parcials es realitzen en les dates reservades per a aquesta activitat en el calendari del grau de física. Cada examen parcial té un pes del 25% sobre la nota final i la nota mínima en un parcial que permet fer mitjana amb les altres notes de les demés activitats és un 3. La prova de repesca, en la data prevista al calendari del grau de física, permet als alumnes que no hagin superat un o tots dos parcials tenir una segona oportunitat de fer-ho.

2.- Tests que es realitzaran durant el curs. Es realitzen 3 tests, en hores de classe, al llarg del curs. El pes global d'aquesta activitat és del 20%.

3.- Avaluació de les pràctiques de laboratori. A partir dels informes corresponents i de l'avaluació que realitzin els professors de laboratori durant la realització de les pràctiques. La realització de les pràctiques és un **requisit indispensable** per a superar l'assignatura. El pes d'aquesta activitat és del 20%.

4.- Avaluació dels treballs i problemes dirigits. Amb un pes global sobre la nota de 10%.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació de les pràctiques i dels informes corresponents	20%	0	0	1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 17, 18, 20, 21, 22, 23
Avaluació dels treballs i problemes dirigits	10%	0	0	1, 2, 3, 4, 8, 9, 12, 13, 14, 18, 20, 23
Examen parcial: detectors de radiació i aplicacions	25%	2,5	0,1	9, 15, 16, 19
Examen parcial: interacció de la radiació amb la matèria	25%	2,5	0,1	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 17, 23
Repesca: recuperació dels dos examens parcials	50%	3	0,12	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 19, 23
Tests	20%	1	0,04	7, 8, 10, 15, 16

## Bibliografia

- G.F. Knoll. Radiation Detection and Measurement. John Wiley & sons, Inc (1999).
- G.C Lowenthal, P.L. Airey. Practical Applications of Radioactivity and Nuclear Radiatilons. Cambridge University Press (2001)
- J.E. Martin, Physics for Radiation Protection: A Handbook. Wiley-VCH (2006).
- J.E. Turner. Atoms, Radiation, and Radiation Protection. John Wiley & sons, Inc (1995)

Apunts del professor al Campus Virtual