Universitat Autònoma de Barcelona

2021/2022

Electrodinàmica i Radiació de Sincrotró

Codi: 100173
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500097 Física	OT	4	1

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

Professor/a de contacte

Nom: José María Crespo Vicente

Correu electrònic: JoseMaria.Crespo@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: espanyol (spa)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: Sí

Equip docent

Fernando López Aguilar

Prerequisits

Cap, però és recomanable tenir aprovat l'Electromagnetisme i les assignatures de Matemàtiques obligatories en el grau de Física.

Objectius

L'assignatura té dues parts. La primera presenta els aspectes més importants de la formulació Lagrangiana i Hamiltoniana de l'electrodinàmica clàssica. Es re-obtenen les equacions de Maxwell a partir de primers principis (principi de relativitat, principi de mínima acció, etc.). S'estudien també les lleis de conservació i la invariància "gauge" i les equacions de moviment d'una càrrega en el camp electromagnètic.

La segona part tracta de la radiació de partícules relativistes. Es comença introduint el concepte de radiació. S'estudia a fons la radiació de càrregues relativistes, incloent Bremsstrahlung, radiació de Cherenkov, i es particularitza l'estudi al cas concret d'un accelerador lineal i d'un sincrotró. S'estudia l'espectre i altres característiques de la radiació de sincrotró.

L'objectiu de la primera part del curs és que l'alumne adquireixi una visió estructurada i unificada de l'electrodinàmica clàssica, així com capacitar-lo per entendre amb més profunditat temes avançats, com la teoria quàntica de la radiació. L'objectiu de la segona part és que l'alumne tingui una visió general, però relativament profunda, de les qüestions teòriques i d'alguns aspectes més aplicats en torn a la de radiació de partícules relativistes: acceleradors lineals, fonts de llum de sincrotró, i les seves possibilitats d' aplicacions experimentals.

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 els fonaments de les principals àrees de la física i comprendre'ls
- 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 la capacitat d'anàlisi i síntesi que permeti adquirir coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar a aquests camps les competències pròpies del grau de Física, aportant propostes innovadores i competitives
- 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
- Introduir canvis en els mètodes i els processos de làmbit de coneixement per donar respostes innovadores a les necessitats i demandes de la societat.
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- 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. Calcular la potència radiada per partícules relativistes accelerades.
2. Calcular quantitats conservades a partir de lagrangians amb camps relativistes escalars i vectorials.
3. 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.
4. Descriure l'efecte dels camps en el moviment de les càrregues.
5. Descriure la manera com les equacions de Maxwell s'obtenen a partir de principis primers com la relativitat i el principi de mínima acció.
6. Descriure la producció de radiació mitjançant partícules relativistes.
7. Descriure la transcendència de la invariància gauge en l'electrodinàmica.
8. Discernir entre les hipòtesis implícites al problema tractat i les conseqüències d'eliminar-les i, per tant, aprendre a generalitzar la solució.
9. Identificar situacions que necessiten un canvi o millora.
10. Il·lustrar l'aplicabilitat de la metodologia desenvolupada, en altres camps científics.
11. Manipular i resoldre equacions diferencials en derivades parcials.
12. Obtenir les equacions de moviment i l'evolució de partícules relativistes en interacció.
13. Plantejar i resoldre l'equació de moviment d'una càrrega al si d'alguns camps electromagnètics senzills.
14. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
15. Reconèixer els fonaments teòrics sobre els quals se sustenta el funcionament d'acceleradors de partícules i la producció de radiació.
16. Reconèixer els fonaments teòrics sobre els quals se sustenta la teoria quàntica de la radiació.
17. Reconèixer la transcendència de la invariància gauge en la formulació del model estàndard de les interaccions fonamentals.
18. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
19. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
20. Utilitzar correctament l'àlgebra lineal i tensorial en espais no euclidians.
21. Utilitzar de la teoria de grups en la descripció de les simetries.
22. Utilitzar mètodes aproximats per desacoblar l'evolució de sistemes complexos en parts més simples.

Continguts

Relativitat especial (notació covariant). Formulació lagrangiana i hamiltoniana de l'electrodinàmica clàssica. Lagrangià d'interacció. Càrregues en camps electromagnètics. Invariància gauge. Lagrangià del camp lliure. Equacions de Maxwell en forma covariant i vectorial. Tensor energia-impuls. Simetries i lleis de conservació. El vector de Poynting.

Potencials de Liénart-Wiechert. Aspectes generals de la radiació de partícules relativistes. Fórmula de Larmor i la seva generalització relativista. Bremsstrahlung. Radiació de Cherenkov. Acceleradors lineals. Radiació de Sincrotró. Característiques generals de la radiació de sincrotró. Distribució angular. Espectre de la radiació de sincrotró. Polarització de la radiació. Distribució espectral integrada.

Metodologia

Classes de teoria i problemes dels temes del programa. Es proposaràn dues entregues d'exercicis, l'avaluació de les quals compataran a l'alça a la nota final de l'assignatura.

Está previst per la Facultat de Ciències i la Coordinació del Grau de Física que en el curs 2021-22 la docència sigui presencial a totes les assignatures optatives de quart curs.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de teoria i problemes	49	1,96	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22
Tipus: Autònomes			
estudio individual i en grup	92	3,68	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 22

Avaluació

Dos exàmens (amb una part de teoria i una de problemes) i dues entregues d'exercicis. Cada examen val fins el 50% de la nota final (40% si es resol l'entrega d'exercicis corresponent de forma satisfactòria). Es farà mitjana si la nota de cada parcial més l'entrega corresponent no és inferior a 3,5 (sobre 10). Recuperació dels exàmens no superats. Les entregues no comptaràn a la recuperació.

Per a participar a la recuperació cal haver-se presentat prèviament als dos parcials. No hi ha qualificació mínima per a poder-se presentar a la recuperació.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Entregues d'exercicis (recuperables als parcials corresponents)	20%	0	0	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 16, 17, 18, 19, 22
Examen de recuperació (optatiu per als que hagin aprovat per parcials)	100%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22
Primer Parcial (recuperable)	40-	3	0,12	2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 17, 20,

	50%			21
Segon Parcial (recuperable)	40-50%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22

Bibliografia

- J.D. JACKSON. *Electrodinámica Clásica*. Alhambra. 1980.
- L.D. LANDAU; E.M. LIFSHITZ. *Teoría Clásica de Campos*. Reverté (Curso de Física Teórica, vol. 2) 1981.
- J. COSTA QUINTANA; F. LÓPEZ AGUILAR. *Interacción Electromagnética: Teoría Clásica*. Reverté 2007.
- E. BAGAN. *Notes d'Electrodinàmica Clàssica.* UAB (Sèrie Materials, núm. 47) 1998.
- J. LLOSA; A. MOLINA. *Relativitat especial amb aplicacions a l'electrodinàmica clàssica*. Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona 2004.
- P.J. DUKE. *Synchrotron Radiation: Production and Properties*. OUP Oxford (Series on Synchrotron Radiation) 2008.
- E. BAGAN. *Problemes d'Electrodinàmica Clàssica.* UAB (Sèrie Materials, núm. 51) 1998.

Programari

Aquesta assignatura no fa servir cap programari en particular.