

Física nuclear i de partícules

2013/2014

Codi: 100176

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500097 Física	OT	4	2

Professor de contacte

Nom: Carlos Domingo Miralles

Correu electrònic: Carles.Domingo@uab.cat

Utilització d'idiomes

Llengua vehicular majoritària: espanyol (spa)

Algun grup íntegre en anglès: No

Algun grup íntegre en català: No

Algun grup íntegre en espanyol: No

Prerequisits

És recomanable tenir coneixements fonamentals de les assignatures de primer cicle

És convenient tenir coneixements de Mecànica Quàntica

Objectius

Que l'alumne sigui capaç de:

Respondre a les preguntes: quins són els constituents últims de la matèria? Com interaccionen entre sí aquests constituents?

Estudiar les propietats i l'estructura interna dels nuclis atòmics a partir dels principis fonamentals de la Física

Introduir la necessitat de noves interaccions fonamentals (força i feble), més enllà de l'electromagnètica, per tal d'explicar la fenomenologia i les propietats que presenten els nuclis atòmics

Coneixer els models nuclears i les seves aplicacions

Resoldre la cinemàtica de les reaccions nuclears

Entendre algunes de les propietats bàsiques de les partícules elementals que ens permetin estudiar-les, és a dir, respondre les preguntes anteriors.

Estudiar les lleis de simetria sota diverses transformacions

Estudiar qualitativament les propietats de les interaccions electromagnètica, força i feble.

Competències

Física

- Aplicar els principis fonamentals a àrees particulars, com la física nuclear i de partícules, la física de la matèria condensada, l'estructura atòmica, la biofísica o la fotònica
- 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 i comprendre els fonaments de les principals àrees de la física
- Conèixer les bases d'alguns temes seleccionats de caràcter avançat, incloent-hi els desenvolupaments actuals a la frontera de la física, sobre els quals poder formar-se àgilment amb més profunditat.
- Formular i abordar problemes físics, tant si són oberts com si estan més ben definits, identificar-ne els principis més rellevants i usar-hi aproximacions, si escau, per a arribar a una solució que s'ha de presentar explicitant-ne les suposicions i les aproximacions.
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
- Ser capaç d'adquirir amb rapidesa coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar-hi les competències pròpies del grau de Física aportant-hi propostes innovadores i competitives.
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
- Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
- Usar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionar les equacions apropiades, construir models adequats, interpretar resultats matemàtics i comparar críticament amb experimentació i observació.

Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar els principis fonamentals a àrees particulars, com la física nuclear i de partícules, la física de la matèria condensada, l'estructura atòmica, la biofísica o la fotònica.
2. 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.
3. Conèixer i comprendre els fonaments de les principals àrees de la física.
4. Conèixer les bases d'alguns temes seleccionats de caràcter avançat, incloent-hi els desenvolupaments actuals a la frontera de la física, sobre els quals poder formar-se àgilment amb més profunditat.
5. Formular i abordar problemes físics, tant si són oberts com si estan més ben definits, identificar-ne els principis més rellevants i usar-hi aproximacions, si escau, per a arribar a una solució que s'ha de presentar explicitant-ne les suposicions i les aproximacions.
6. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
7. Ser capaç d'adquirir amb rapidesa coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar-hi les competències pròpies del grau de Física aportant-hi propostes innovadores i competitives.
8. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
9. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
10. Usar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionar les equacions apropiades, construir models adequats, interpretar resultats matemàtics i comparar críticament amb experimentació i observació.

Continguts

Part 1.- FÍSICA NUCLEAR

1.1.- Conceptes preliminars

Taula periòdica dels elements. Perspectiva històrica: descobriment dels raigs-X, de la radioactivitat i de l'electró. Models atòmics de finals del segle XIX. Terminologia, escales i unitats en física nuclear. Diagrama de Segré. Física atòmica, física nuclear i física de partícules.

1.2.- Propietats nuclears

Energia d'enllaç. Parametrització de l'energia d'enllaç: fórmula semiempírica de la massa. Estabilitat nuclear: desintegració beta, desintegració alfa, fusió nuclear, desexcitació nuclear.

1.3.- Dispersió: secció eficaç, factor de forma, distribucions de càrrega i de matèria nuclears

Estudi de l'estructura interna a través de la dispersió de projectils. Secció eficaç. Dispersió coulombiana l'experiència de Rutherford: secció eficaç de Rutherford. Secció eficaç de Mott. Transferència d'impuls i factors de forma. Distribució de càrrega nuclear. Dispersió de neutrons: distribució de matèria nuclear.

1.4.- La interacció nuclear forta

Dispersió de nucleons. Estats lligats: el deuteró. Naturalesa de la interacció nuclear forta

1.5.- Estructura nuclear

Model del gas de Fermi. Nombres màgics. El model de capes. Spin nuclear i paritat. Moments electromagnètics del nucli. Desintegració beta: regles de selecció. Desintegració doble beta. Excitacions nuclears col·lectives: oscil·lacions dipolars, estats vibracionals i estats rotacionals.

1.6.- Col·lisions i reaccions nuclears

Classificació de les reaccions nuclears: nomenclatura. Cinemàtica de les reaccions. Lleis de conservació. Espectroscòpia nuclear. El model de nucli compost. Reaccions directes. Dispersió elàstica. Fissió induïda. Reactors. Emissió diferida de neutrons.

1.7.- Introducció a la Astrofísica nuclear i de partícules

L'univers en expansió: nucleosíntesi en el Big Bang. Evolució estel·lar i nucleosíntesi. Neutrinos en l'evolució estel·lar. Supernoves. Formació de forats negres.

Part 2.- FÍSICA DE PARTÍCULES

2.1. Introducció.

2.1.1 ¿Qué es la Física de Partículas?

2.1.2 El lenguaje de la física de partículas: la mecánica cuántica relativista y la teoría cuántica de campos.

2.1.3 Partículas y antipartículas. Fermiones y bosones.

2.1.4 Los constituyentes fundamentales: leptones y quarks.

2.1.5 Estados ligados de quarks: los hadrones.

2.1.6 Las interacciones fundamentales. Los Bosones intermediarios.

2.1.7 El Modelo Estándar.

2.2. Las Interacciones Fundamentales. Vidas Medias y Secciones Eficaces.

2.2.1 Estados ligados y colisiones.

2.2.2 Concepto de vida media y de anchura. Anchuras totales y parciales.

2.2.3 Concepto de sección eficaz.

2.2.4 Amplitud de transición y su cálculo.

2.2.5 Los diagramas de Feynman, descripción cualitativa.

2.2.6 Las interacciones fundamentales: una primera visión.

2.2.7 El Modelo Estándar y la unificación de las interacciones.

2.3. Simetrías y leyes de conservación.

2.3.1 Simetrías, grupos de simetrías, simetrías y leyes de conservación, teorema de Noether.

2.3.2 Momento angular y spin.

2.3.3 Simetrías de "sabor": isospin.

2.3.4 Simetrías de color.

2.3.5 Paridad, Conjugación de Carga e Inversión Temporal. El teorema CPT.

2.4. La interacción electromagnética. La electrodinámica cuántica.

2.4.1 El vértice básico. El fotón y la constante de estructura fina.

2.4.2 Interacciones electromagnéticas de leptones y de quarks.

2.4.3 Un ejemplo: los factores de forma del protón y neutrón.

Capítulo 5. La interacción fuerte.

2.5.1 El vértice básico. El gluón y la constante de acoplo fuerte.

2.5.2 El color. Simetría de color y su significado.

2.5.3 Interacciones fuertes entre quarks.

2.5.4 Estados ligados de quarks: mesones y bariones.

2.5.5 Clasificación de los mesones y bariones.

2.5.6 Interacciones entre hadrones.

Capítulo 6. La interacción débil.

2.6.1 Los vértices básicos. Los bosones W^+ , W^- y Z y las constantes de acoplo débil.

2.6.2 Interacciones débiles de leptones.

2.6.3 Interacciones débiles de quarks.

2.6.4 La mezcla entre las familias de quarks. La matriz CKM.

2.6.5 Los neutrinos y la interacción débil. La masa de los neutrinos.

2.6.6 La violación de las simetrías P y CP en la interacción débil.

Capítulo 7. La interacción electrón-positrón a alta energía: un laboratorio de las interacciones fundamentales.

2.7.1 La interacción electrón-positrón como función de la energía.

2.7.2 El cociente entre la sección eficaz hadrónica y leptónica como función de la energía.

2.7.3 La resonancia Z y su significado.

2.7.4 El estudio de las colisiones electrón-positrón a la energía igual a la masa del Z .

2.7.5 El número de famílies de neutrinos estàndar.

2.7.6 La producció de los bosons $W+W^-$.

2.7.7 Hacia la escala del TeV.

Metodologia

L'assignatura té classes presencials tant de teoria com de problemes, així com activitats supervisades com la realització de treballs i el plantejament de problemes per a que els alumnes resolguin.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes presencials de problemes	15	0,6	5, 10
Classes presencials de teoria	30	1,2	4, 7
Tipus: Supervisades			
Activitats dirigides: problemes i treballs	21,5	0,86	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Tipus: Autònomes			
Estudi i recerca d'informació addicional	69	2,76	

Avaluació

L'assignatura consta de dues parts diferenciades: Física Nuclear i Física de Partícules, cadascuna de les quals pesa un 50% en la nota final. Per a superar l'assignatura es requereix una puntuació mínima de 4 punts en qualsevol de les dues parts.

La part de Física Nuclear s'avalua de la següent manera:

- Test curts (típicament 15 preguntes) a realitzar al llarg del curs: 20% de la nota de Física Nuclear (10% de la nota global de l'assignatura) Nota: N_t
- Lliurament de problemes i treballs proposats en les dates especificades: 10% de la nota de Física Nuclear (5% de la nota global de l'assignatura): Nota N_p
- Examen parcial de Física Nuclear: 70% de la nota de Física Nuclear (35% de la nota global de l'assignatura). D'aquest examen es podrà fer una recuperació al final del curs. Nota N_e

La nota de Física Nuclear s'obté com $FN = 0,2 \cdot N_t + 0,1 \cdot N_p + 0,7 \cdot N_e$. Aquesta nota ha de ser al menys de 3 per a superar l'assignatura.

La part de Física de Partícules s'avalua de la següent manera:

- Examen parcial de Física de Partícules: 70% de la part de Física de Partícules (35% de la nota global de l'assignatura). D'aquest examen es podrà fer una recuperació al final del curs.
- El lliurament d'una selecció de problemes i treballs durant el curs serà avaluada i contarà el 30% de la nota final de Física de Partícules (el 15% de la nota global de l'assignatura).

La nota de Física de Partícules (FP) s'obté a partir d'aquests exàmens. Aquesta nota ha de ser al menys de 3

per a superar l'assignatura.

La NOTA FINAL DE L'ASSIGNATURA, per aquells alumnes que hagin tret al menys un 4 en totes dues parts serà $0,5*FN + 0,5*FP$

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació dels Treballs i Problemes (Física de Partícules)	15%	3	0,12	1, 2, 3, 5, 8, 9, 10
Avaluació dels treballs i problemes dirigits (Física Nuclear)	5%	0	0	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Examen parcial de Física de Partícules	35%	3	0,12	2, 5, 6, 10
Examen(s) parcial de Física Nuclear	35%	3	0,12	2, 5, 6, 10
Tests de Física Nuclear	10%	2	0,08	
X Examen Final (Nuclear-i-Partícules)	70%	3,5	0,14	2, 5, 6, 10

Bibliografia

Bibliografia bàsica

- W.S.C. Williams, "Nuclear and Particle Physics", Oxford 1991 (ISBN: 0-19-852046-8)
- B. Povh, et.al., "Particles and Nuclei", Springer-Verlag 1995 (ISBN: 3-540-59439-6)
- D. Griffiths, "Introduction to elementary particles" Wiley-VCH 2004
- D.H. Perkins, "Introduction to high energy physics" (4th edition) Cambridge University Press 2000
- F. Halzen, A.D. Martin, "Quarks and leptons" Wiley 1984

Bibliografia de consulta

- M.A. Alonso, E.J. Finn. "Física", Addison-Wesley Iberoamericana 1995 (ISBN: 0-201-62565-2)
- D. Blanc, "Physique nucléaire, particules", Masson 1995 (ISBN: 2-225-84873-4)
- W. Greiner, J.A. Maruhn, "Nuclear Models", Springer 1996 (ISBN: 3-540-59180-X)
- K. S. Krane, "Introductory Nuclear Physics", Wiley 1988 (ISBN: 0-471-80553-X)
- C. Quigg, "Gauge theories of the strong, weak and electromagnetic interactions", Benjamin-Cummings 1983