



3r
Q6

23467 FÍSICA NUCLEAR

Titulació: Enginyer Industrial

Departament:	721 Física i Enginyeria Nuclear	
Coordinador/a:	Agustí Poch i Parés	Pavelló C Planta 0
Tipus	Crèdits Teoria / Problemes / Laboratori:	3 / 1,5 / 1,5
Optativa	Crèdits europeus ECTS: 5	Idioma/es: Català

OBJECTIUS

Objectiu general

Proporcionar els coneixements bàsics de Física Nuclear sobre els quals es recolza l'ús i aprofitament:

- de l'energia d'origen nuclear
- dels radioisòtops i de les radiacions ionitzants

i remarcar els beneficis i conseqüències que d'això se'n deriven.

Objectius específics

Oferir una visió de la Física Nuclear que palesi les interrelacions de les parts que la componen, així com del seu desenvolupament històric, que permetin adquirir una imatge global d'aquest objecte d'estudi.

Habituar a l'ús d'alguns dels principals aparells i d'algunes tècniques emprades en el camp de l'experimentació nuclear.

CONTINGUTS

1. INTERACCIONS FONAMENTALS I ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA (3h)

1. Naturalesa atòmica de la matèria. 2. Unitats de massa i energia. 3. Equivalència entre massa i energia. 4. Estructura de la matèria. Les quatre interaccions fonamentals. 5. Distints tipus de fenòmens que es poden presentar en la interacció de dues partícules. Sistemes de referència emprats a la Física Nuclear. 6. Noció de secció eficaç: a) secció eficaç microscòpica per a una interacció donada, b) secció eficaç macroscòpica i recorregut lliure mitjà, c) taxa d'una reacció, d) sistemes polienergètics, e) seccions eficaces diferencials.

2. ESTRUCTURA ATÒMICA I RADIACIÓ ATÒMICA (2h)

1. La radiació electromagnètica, els fotons. 2. Nivells d'energia atòmica. 3. Excitació i ionització. 4. Fluorescència i fosforescència. 5. Els raigs X. 6. Els electrons Auger.

3. ESTRUCTURA NUCLEAR (3h)

1. El nucli i les forces nuclears. 2. Diversos tipus de nucleïds. 3. Massa, càrrega i radi nuclear. 4. Estabilitat nuclear. 5. Energia d'enllaç d'un nucli. 6. Energia de separació d'una partícula. 7. Primera idea dels models nuclears: a) El model de la gota líquida i la fórmula semiempírica de la massa. b) El model de capes i els nivells d'energia nuclears.

4. RADIOACTIVITAT (2h)

1. Distints tipus de processos radioactius. 2. Lleis de l'emissió radioactiva. La teoria contínua: a) una sola substància; b) més d'una substància. Equilibris nuclears. 3. Ramificacions. 4. Radioactivitat natural. 5. Radioactivitat artificial. Activació.

5. INTRODUCCIÓ A L'ESTUDI DELS PROCESSOS alfa, beta i gamma (2h)

1. Radioactivitat alfa. 2. Radioactivitat beta. 3. Emissió de raigs γ . 4. Isomerisme nuclear i conversió interna.

6. INTERACCIÓ DE PARTÍCULES CARREGADES AMB LA MATÈRIA (3h)

1. Mecanismes de pèrdua d'energia de les partícules carregades. 2. Ionització i excitació. Radiació de frenada.
3. Poder de frenada. Transferència lineal d'energia. 4. Abast. 5. Interacció de les partícules α amb la matèria.
6. Interacció de les partícules β amb la matèria.

7. INTERACCIÓ DE LA RADIACIÓ ELECTROMAGNÈTICA AMB LA MATÈRIA (2h)

1. Conceptes fonamentals sobre interacció de la radiació electromagnètica. 2. Efecte fotoelèctric. 3. Efecte Compton. 4. Producció de parelles. 5. Atenuació i absorció de la radiació gamma.

8. INTRODUCCIÓ A LA DOSIMETRIA (1h)

1. Aspectes generals. 2. Magnituds i unitats dosimètriques. 3. Dosimetria de partícules carregades. 4. Dosimetria de fotons. 5. Principals dispositius de dosimetria i protecció radiològica.

9. SISTEMES DE DETECCIÓ DE LES RADIACIONS (2h)

1. Introducció. 2. Detectors d'ionització gasosa. Aspectes generals. 3. Cambres d'ionització. 4. Comptadors proporcionals. 5. Comptadors Geiger. 6. Detectors d'escintil·lació: a) introducció b) substàncies luminescents c) fotomultiplicadors d) consideracions pràctiques. 7. Espectroscòpia de radiació ? mitjançant detectors d'escintil·lació. 8. Detectors de semiconductors.

10. CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LES REACCIONS NUCLEARS (3h)

1. Descripció d'una reacció nuclear. 2. Cinemàtica d'una reacció nuclear i altres lleis de conservació. 3. Secció eficaç d'una reacció nuclear. Funció d'excitació. 4. Models per a l'estudi de les reaccions nuclears. 5. Model del nucli compost, hipòtesi de Bohr. 6. Fórmula de Breit i Wigner per a una ressonància aïllada per a una partícula sense spin. 7. Reaccions directes.

11. INTERACCIONS NEUTRÒNIQUES (3h)

1. El neutró. Classificació dels neutrons segons la seva energia. 2. Descripció i característiques generals de les interaccions dels neutrons amb la matèria. 3. La difusió elàstica i inelàstica. 4. La captura radiant. 5. Captura amb emissió de partícules carregades.

12. FISSIÓ NUCLEAR. LA REACCIÓ DE FISSIÓ EN CADENA (3h)

1. Característiques generals de la reacció de fissió. 2. Aplicació del model de la gota líquida a l'estudi de la fissió. 3. Fissió espontània i fissió induïda. Núclids fissils i núclids fissionables. 4. Seccions eficaces de les reaccions de fissió. 5. Energia alliberada a la reacció de fissió. 6. Els productes de fissió. 7. Neutrons i fotons ? emesos a la reacció de fissió. 8. Reacció de fissió en cadena. Magnituds que la caracteritzen. 9. Condicions de criticitat. Fórmula dels quatre factors.

13. REACCIONS TERMONUCLEARS (1h)

1. Interès pràctic d'aquestes reaccions. 2. Les reaccions termonuclears naturals. 3. Reaccions utilitzables al laboratori. 4. Condicions necessàries per a la divergència d'un reactor de fusió. 5. Realitzacions pràctiques.

METODOLOGIA

Les activitats docents queden agrupades en les categories següents:

- a) **Sessions d'exposició** en les quals els professors desenvoluparan els principals temes, per tal de facilitar la comprensió del seus continguts.
- b) **Sessions d'experiències de laboratori** on els estudiants, amb la supervisió dels professors, faran els treballs experimentals i ordenaran els resultats corresponents.
- c) **Sessions de discussió i de síntesi** on els professors conjuntament amb els estudiants debatran les principals idees d'alguns dels blocs temàtics desenvolupats a les sessions d'exposició o que hagin sorgit a les experiències de laboratori.
- d) **Treballs assistits**, en què els estudiants amb les orientacions proporcionades pel professorat resoldran casos pràctics i problemes relacionats amb la temàtica desenvolupada a les sessions d'exposició o a les experiències de laboratori.

Experiències de laboratori

- L1. Espectroscòpia de la radiació gamma mitjançant un analitzador monocanal i sonda d'escintil·lació.
- L2. Estadística de processos radioactius. Determinació de l'histograma de recomptes en una cadena de detecció Geiger i determinació del temps mort pel mètode de les dues fonts.
- L3. Transmissió de la radiació gamma a través d'un medi material. Determinació del coeficient màssic d'absorció mitjançant la detecció dels fotons verges transmesos.
- L4. Utilització d'una cambra d'ionització amb electroscopi.
- L5. Mesura de l'activitat gamma mitjançant l'eficiència del fotopic obtingut amb una sonda d'escintil·lació i un analitzador monocanal.
- L6. Espectrometria de partícules alfa per mitjà d'un detector de semiconductor de silici "PIPS".

Treballs assistits

- T1. Simulació de l'evolució d'una cadena radioactiva. Simulació d'una activació.
- T2. Simulació de la cinemàtica d'una reacció nuclear.
- T3. Simulació per Montecarlo d'un detector de INa.
- T4. Mètode de les ones parcials per al càlcul de les seccions eficaces.

AVALUACIÓ

Com a modalitats d'avaluació s'utilitzaran mecanismes d'avaluació formativa i d'avaluació sumativa criterial.

Els mecanismes d'avaluació formativa previstos són la interacció entre els professors i els estudiants en les diferents activitats, un test de caràcter formatiu a mitjan del quadrimestre i un test d'autoavaluació al final de cada tema o subtema, per tal que tant el professorat com l'alumnat puguin tenir informació sobre l'adquisició dels continguts i l'assoliment dels objectius proposats. Aquests test a més del seu caràcter formatiu s'emprarà per a l'avaluació sumativa.

Les activitats i instruments utilitzats seran:

Per a l'avaluació sumativa:

- Proves escrites de desenvolupament llarg i de preguntes curtes i/o proves tipus test.
- Memòries de les experiències de laboratori.
- Memòries dels treballs assistits.

Per a l'avaluació formativa:

- Proves tipus test.
- Instruments de resum i de síntesi.
- Defensa oral de les memòries de les sessions de laboratori.

Sistema de qualificació

La nota final serà la següent:

$$N_{final} = 0,5 N_{ef} + 0,05 N_{lav} + 0,10 N_{tfor} + 0,10 N_{tas} + 0,25 N_{ep}$$

N_{final} : Nota final

N_{ef} : Nota examen final (sobre el conjunt d'activitats realitzades durant el curs)

N_{lav} : Nota tests d'autoavaluació

N_{tfor} : Nota test formatiu

N_{tas} : Nota de les memòries dels treballs assistits

N_{ep} : Nota ensenyaments pràctics (avaluació de les memòries i informes presentats i possible defensa oral del contingut de les memòries)

La presentació de les memòries de les experiències de laboratori i de les memòries dels treballs assistits és condició necessària per a ser avaluat positivament.

Normes de realització de les proves

El test formatiu que es farà a meitat del quadrimestre i el test corresponent a la prova escrita final constaran de quinze preguntes multiresposta. Per a la seva realització només es podrà disposar dels corresponents fulls de respostes. El temps aproximat disponible per a cadascun dels dos test és de 45 min.

La part d'exercicis de la prova final constarà de tres o quatre exercicis del tipus que s'hagin realitzat durant el curs. Per a la seva resolució es podrà disposar de tot el material que es consideri oportú (apunts, llibres,...). El temps aproximat disponible és de 2 h.

RECURSOS

Bibliografia bàsica

- ** Jorba, J.; Poch, A.; Calviño, F. *Física nuclear: problemes i altres materials didàctics*. I Ed. UPC. Barcelona, 1996.
- ** Jorba, J.; Poch, A. *Física nuclear: problemes i altres materials didàctics*. II Ed. UPC. Barcelona, 2002.
- ** Ortega, X.; Jorba, J. (ed). *Las radiaciones ionizantes: aplicaciones y riesgos. Volum 1*. (2a ed).Ed. UPC. Barcelona, 1996.
- ** Sevilla, M.; Jorba, J.; Mas, A. de; Poch, A. *Física nuclear. Experiències de laboratori*. Ed UPC. Barcelona. 1994.

Bibliografia complementària

- ** Blatt, J.M.; Weisskopf, W.F. *Theoretical Nuclear Physics*. John Wiley, New York, 1966.
- ** Cember, H. *Introduction to Health Physics*. Pergamon Press. New York, 1983.
- ** Coll, P. *Fundamentos de dosimetría teórica y protección radiológica*. Ed. UPC. Barcelona. 1990.
- ** Evans, R.D. *The Atomic Nucleus*. McGraw-Hill. New York. 1967.
- ** Foderado, A. *The elements of neutron interaction theory*. Cambridge, MIT Press, 1971.
- ** Krane, K.S. *Introductory Nuclear Physics*. John Wiley & Sons. New York. 1988.
- ** Tanarro, A. *Instrumentación nuclear*. JEN. Madrid. 1970.
- ** Turner, J.E. *Atoms, Radiation and Radiation Protection*. Pergamon Press. New York, 1986.
- ** MSN. *Protección radiológica. Parte I: Conceptos generales*. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaria General Técnica. Madrid, 1988.
- ** Pearson, J.M. *Nuclear Physics*. Adam Hilger LTD. Bristol. 1986.
- ** Tanarro, A. *Radiaciones ionizantes*. JEN. Madrid, 1986.

Campus digital

A la web del Departament s'hi posarà el material necessari per a poder seguir amb el màxim aprofitament el desenvolupament de l'assignatura: exemples resolts d'exercicis, els enunciats de les proves finals dels cursos anteriors amb la seva solució, etc.

PROFESSORAT I HORARI D'ATENCIÓ

Indicar el professorat que intervé en l'assignatura i l'horari d'atenció. Es pot fer servir una taula del tipus següent:

Professor	dilluns	dimarts	dimecres	dijous	divendres
Mas Bach, Abel de	16 ÷ 18		16 ÷ 18		
Poch Parés, Agustí		10 ÷ 12		10 ÷ 12	

Data revisió: 16.07.2003
Aprovat Com. Acadèmica: