

# DOSIMETRIA DE LES RADIACIONS IONITZANTS

**5 crèdits** (3,5 teòrics + 1,5 pràctics)

**Coordinador:** GINJAUME EGIDO, MERCÈ

**Professors:** DUCH GUILLEN, MARIA AMOR, SEMPÀU ROMA, JOSEP

**Institut de Tècniques Energètiques, Universitat Politècnica de Catalunya**

## Objectius

Conèixer els fonaments físics de la interacció de la radiació ionitzant amb la matèria i dels sistemes de detecció. Saber utilitzar la instrumentació i metodologies de càlcul, en particular les tècniques de simulació Monte Carlo, per a la determinació de la dosi en radioteràpia, medicina nuclear i radiodiagnòstic.

## Programa

### A1. Fonaments físics

- 1 Conceptes preliminars
  - 1.1 Introducció històrica
  - 1.2 Elements de relativitat especial i mecànica quàntica
  - 1.3 Estructura atòmica i nuclear
  - 1.4 Decaiment nuclear i radioactivitat
  - 1.5 Fonts de radiació ambiental
- 2 Interacció radiació-matèria
  - 2.1 Secció eficaç i processos de Poisson
  - 2.2 Funcions de resposta utilitzades en dosimetria
  - 2.3 Partícules carregades
  - 2.4 Fotons
- 3 Transport de la radiació
  - 3.1 Caracterització dels camps de radiació
  - 3.2 Equació de Boltzmann
  - 3.3 Mètodes de resolució

### A2. Fonaments de dosimetria

- 4 Magnituds i unitats en dosimetria
  - 4.1 Introducció i definicions generals
  - 4.2 Magnituds bàsiques: dosi absorbida, kerma i exposició
  - 4.3 Magnituds en radioprotecció i radiodiagnòstic
  - 4.4 Relacions entre les magnituds dosimètriques
- 5 Teoria de la cavitat
  - 5.1 Teoria de Bragg-Gray
  - 5.2 Teoria de Spencer-Attix
  - 5.3 Consideracions sobre l'aplicabilitat pràctica de les teories de la cavitat
  - 5.4 Quocient de poders de frenat

### A3. Detecció i mesura de la radiació

- 6 Detectores d'ionització gasosa
  - 6.1 Principi de funcionament
  - 6.2 Cambres d'ionització
  - 6.3 Comptadors proporcionals
  - 6.4 Geiger-Müller
- 7 Detectores d'estat sòlid
  - 7.1 Detectores de centelleig
    - 7.1.1 Principi de funcionament
    - 7.1.2 Tipus de detectores de centelleig
  - 7.2 Detectores de semiconductor
    - 7.2.1 Principi de funcionament
    - 7.2.2 Configuracions bàsiques
  - 7.3 Detectores termoluminescents
- 8 Càlcul d'incertesa en l'assignació de les mesures dosimètriques

- 8.1 Conceptes bàsics
- 8.2 Criteris generals pel càlcul d'incerteses
- 8.3 Aplicació a la mesura del kerma en aire amb una cambra de ionització

#### **A4. Simulació Monte Carlo**

- 9** Conceptes bàsics
  - 9.1 Elements de teoria de la probabilitat i d'estadística
  - 9.2 Generació de nombres pseudo-aleatoris
  - 9.3 Mostreig de distribucions de probabilitat
  - 9.4 Generació de trajectòries
  - 9.5 Valors mitjos i incertesa estadística
  - 9.6 Reducció de variances
- 10** Transport de fotons, electrons i positrons
  - 10.1 Models d'interacció de fotons
  - 10.2 Models d'interacció d'electrons i positrons
  - 10.3 Simulació condensada i mixta
  - 10.4 Aspectes geomètrics
  - 10.5 Programes de simulació de domini públic
- 11** Simulació amb PENELOPE
  - 11.1 Creació de geometries quàdriques
  - 11.2 Definició de materials
  - 11.3 Estructura del programa
  - 11.4 Llibreries
  - 11.5 Representació de mapes de dosi

#### **A5. Càlculs de dosi en aplicacions sanitàries de les radiacions ionitzants**

- 12** Radioteràpia
  - 12.1 Generadors de radiació
  - 12.2 Dosimetria física
  - 12.3 Protocols de càlcul de dosi
  - 12.4 Dosimetria clínica i sistemes de planificació
  - 12.5 Especificació de la dosi en braquiteràpia
- 13** Medicina nuclear
  - 13.1 Instrumentació
  - 13.2 Estimació de la dosi als pacients
  - 13.3 Estimació de la dosi als treballadors
- 14** Radiodiagnòstic
  - 14.1 Instrumentació
  - 14.2 Estimació de la dosi als pacients
  - 14.3 Estimació de la dosi als treballadors

#### **Pràctiques**

1. Determinació del factor de calibratge d'un dosímetre termoluminescent
2. Calibratge d'una cambra d'ionització patró per nivells de radioprotecció
3. Determinació d'una corba de rendiment en profunditat en condicions estàndar en una unitat de cobaltoteràpia o en un accelerador lineal
4. Càlcul del transport de radiació en diferents medis, per geometries simples.
5. Càlcul per tècniques de Monte Carlo del rendiment en profunditat en condicions estàndar en una unitat de cobaltoteràpia o en un accelerador lineal

#### **Mètode d'avaluació**

Teoria (65%): 25% de treballs específics, 40% examen final  
Pràctiques (35%)

#### **BIBLIOGRAFIA**

Llibres de text:

- F.H. Attix, " Introduction to radiological Physics and Radiation dosimetry". Wiley-VCH, 2004.
- P. Coll. "Fundamentos de dosimetría teórica y protección radiológica".  
2 volúmenes. Edicions UPC, 1990.
- J.R. Greening. "Fundamentals of radiation dosimetry". Medical Physics Handbook, Adam Hilger Ltd, 1981.
- H.E. Johns, J.R. Cunningham. "The physics of radiology". forth edition, C.C. Thomas Publisher, 1983.
- F.M. Khan. "The physics of radiation therapy". second edition, Williams and Wilkins, 1994.
- G. Knoll. "Radiation Detection and Measurement". 3<sup>rd</sup> edition. John Wiley& sons 2000, New York.
- X. Ortega y J. Jorba (eds.)."Radiaciones ionizantes. Utilización y riesgos". (1 y 2). Edicions UPC 1996, Barcelona.
- J. E. Turner. "Atoms, Radiation and Radiation Protection". John Wiley 1995, New York.
- F. Salvat, J.M. Fernández-Varea and J. Sempau. "PENELOPE, A Code System for Monte Carlo Simulation of Electron and Photon Transport" (2nd edition) OECD-NEA 2003, Issy-les-Moulineaux, France (<http://www.nea.fr/html/dbprog/penelope-2003.pdf>).