

**Radioactivitat Ambiental**  
**Llicenciatura de Física**  
**Curs 2006-2007**

**Universitat Autònoma de Barcelona**

---

**OBJECTIUS**

L'objectiu principal de l'assignatura és el d'adquirir una visió general de la presència de la radioactivitat en el medi ambient - que inclou l'estudi de les fonts (naturals i artificials), els processos de transferència entre els diversos compartiments i els efectes en els organismes -, així com les possibilitats d'utilitzar-la per a estudiar una àmplia diversitat de processos ambientals.

**PROFESSORS:**

Pere Masqué (T):        Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals - Departament de Física  
                                 Despatx C3-428  
                                 Dilluns i Dimecres de 11 a 12

Carolina Olid (P):        Departament de Física  
                                 Despatx C3-430  
                                 Dilluns i Dijous de 16 a 17

**HORARI:**

Teoria:                    Dilluns de 10:00 a 10:50. Aula C5-028  
                                 Dimecres de 10:00 a 10:50. Aula J004

Problemes:              Divendres de 10:00 a 10:50. Aula C5-028

**PROGRAMA DE L'ASSIGNATURA**

- Capítol 1.** Fonts de radioactivitat natural
- Capítol 2.** Fonts de radioactivitat artificial
- Capítol 3.** Residus radioactius
- Capítol 4.** Dispersió de radionúclids
- Capítol 5.** Radioecologia
- Capítol 6.** Detecció de les radiacions a nivells ambientals
- Capítol 7.** Radiotraqadors ambientals
- Capítol 8.** Radiocronologia

## Capítol 1. Fonts de radioactivitat natural (4 sessions)

- Tema 1. Nucleosíntesi
- Tema 2. Radiació còsmica
- Tema 3. Productes d'espallació
- Tema 4. Radionúclids primordials
- Tema 5. Cadenes naturals
- Tema 6. El cas del Radó (*Seminari*)
- Tema 7. Radioactivitat natural intensificada tecnològicament (TENORM)

## Capítol 2. Fonts de radioactivitat artificial (5 sessions)

- Tema 8. El cicle del combustible nuclear.
  - 8.1. Minería i producció d'Urani
  - 8.2. Fabricació del combustible
  - 8.3. Plantes de potència
  - 8.4. Regeneració del combustible
  - 8.5. Urani empobrit
- Tema 9. Detonació d'armes nuclears
  - 9.1. Efectes
  - 9.2. Escenaris
  - 9.2. Contaminació local
  - 9.3. *Fallout*
- Tema 10. Accidents nuclears
  - 10.1. Detonació Bravo
  - 10.2. Accident de Khystym (MAYAK)
  - 10.3. Satèl·lit SNAP-9A
  - 10.4. Palomares (*Seminari*)
  - 10.5. Three Mile Island
  - 10.6. Txernòbil
- Tema 11. Dosis ambientals

## Capítol 3. Residus radioactius (5 sessions)

- Tema 12. Classificació de residus radioactius
  - 12.1. Residus de baixa i mitjana activitat
  - 12.2. Residus d'alta activitat
- Tema 13. Sistemes d'aïllament i emmagatzematge de residus
  - 13.1. Condicionament dels residus
  - 13.2. Sistemes de barrera
- Tema 14. Residus d'alta activitat
  - 14.1. Desmantellament d'instal·lacions nuclears
  - 14.2. Emmagatzematge geològic profund
- Tema 15. Gestió de residus a Espanya (ENRESA) (*Seminari*)
- Tema 16. Programes de Vigilància Radiològica Ambiental (PVRA). (*Seminari*)

## Capítol 4. Dispersió de radionúclids (5 sessions)

- Tema 17. Models de caixes
  - 17.1. Resolució numèrica
- Tema 18. Dispersió atmosfèrica
  - 18.1. Llei de Fick
  - 18.2. Models de difusió
  - 18.3. Deposició i resuspensió
    - Llei d'Stokes
    - Deposició seca i humida

- Tema 19. Dispersió hidrològica
  - 19.1. Equació de transport
  - 19.2. Llacs i embassaments
  - 19.3. Rius
  - 19.4. Aigües subterrànies
  - 19.5. Medi marí
    - Corrents marines
    - Gel marí
- Tema 20. Destí final radionúclids no conservatius: els sediments
  - 20.1. Interacció amb les partícules
  - 20.2. Sedimentació

#### **Capítol 5. Radioecologia (4 sessions)**

- Tema 21. Mecanismes d'incorporació de radionúclids als organismes vius
  - 21.1. Adsorció
  - 21.2. Ingestió
  - 21.3. Inhalació
  - 21.4. Models de retenció i eliminació
- Tema 22. Efectes biològics de les radiacions
- Tema 23. Efectes ecològics de les radiacions
- Tema 24. El cas del Mar d'Irlanda (*Seminari*)

#### **Capítol 6. Detecció de les radiacions a nivells ambientals (3 sessions)**

- Tema 25. Aspectes generals dels detectors
  - 25.1. Resolució energètica
  - 25.2. Eficiència
  - 25.3. Fons del detector i blindatge
  - 25.4. Límits de detecció
- Tema 26. Mètodes de mostreig i anàlisi
  - 26.1. Tipus de mostreig
  - 26.2. Rangs de concentracions
  - 26.3. Mostreig i tractament previ
  - 26.4. Procediments radioquímics
- Tema 27. Tipus de detectors
  - 27.1. Espectrometria gamma d'alta resolució
  - 27.2. Espectrometria beta de baix fons
  - 27.3. Espectrometria alfa d'alta resolució

#### **Capítol 7. Radiotraçadors ambientals (5 sessions)**

- Tema 28. Introducció
- Tema 29. Hidrologia de rius ( $^3\text{H}$ ) (*Seminari*)
- Tema 30. Circulació oceànica ( $^{137}\text{Cs}$ ) (*Seminari*)
- Tema 31. El gel marí com a mecanisme de transport a l'Oceà Àrtic ( $^7\text{Be}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , isòtops de Pu) (*Seminari*)
- Tema 32. Aports d'aigües subterrànies a les zones costaneres (isòtops de Ra) (*Seminari*)
- Tema 33. El cicle del carboni als oceans: embornals de l'excés de carboni? ( $^{234}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ) (*Seminari*)

#### **Capítol 8. Radiocronologia (4 sessions)**

- Tema 34. Hipòtesis generals
- Tema 35. Processos de sedimentació i història de la contaminació ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ , isòtops de Th)
- Tema 36. Datació de material biològic per  $^{14}\text{C}$  (*Seminari*)
- Tema 37. Datació de carbonats per U/Th (*Seminari*)

## BIBLIOGRAFIA RECOMANADA

- Bowen, R. Isotopes in the Earth Sciences, Elsevier Applied Science, 1988.
- Coughtrey, P.J. and Thorne, M.C. Radionuclide Distribution and Transport in Terrestrial and Aquatic Ecosystems: A Critical Review of Data, 1983
- Draganié. Radiation and Radioactivity on Hearth and Beyond. CRC Press, 1990.
- Eisenbud, M. and Gesell, T. Environmental Radioactivity (From natural, industrial and military sources). Academic Press, 1997.
- Green et al. Natural Sources of Ionizing Radiation in Europe. Radiation Atlas. CEC. Luxemburg, 1993.
- Holm E. Radioecology: Lectures in environmental radioactivity. World Scientific, 1994.
- Kathren, R.L. Radioactivity in the Environment. Harwood Academic Publishers, 1984.
- Knoll, G.F. Radiation detection and measurement. John Wiley & Sons, 1989.
- Mann, W.B., Ayres, R.L., Garfinkel, S.B. Radioactivity and its Measurements. Pergamon Press, 1980.
- Morgan, K.Z. and Turner, J.E. Principles of Radiation Protection. 1973
- Ortega Aramburu, X. i Jorba Bisbal, J. Radiaciones ionizantes. Utilización y riesgos I i II. Publicacions Univ. Politècnica de Catalunya, 1996.
- Ródenas Diago, J. Problemas Ambientales de la Energía Nuclear. Univ. Politècnica de València, 1994.
- Turner, J.E. Atoms, Radiation and Radiation Protection. Pergamon Press, 1986.
- Van der Stricht, E. and Kirchmann, R. Radioecology (Radioactivity and Ecosystems). Fortemps, 2001.
- Whicker F.W. and Schultz V. Radioecology: Nuclear energy and the environment. CRC Press, 1982.

## AVALUACIÓ

- Examen escrit de Continguts de Teoria i Problemes (70%)
  - i) qüestions de desenvolupament curt
  - ii) una qüestió d'assaig
  - iii) resolució de problemes
- Informes (4) i presentació oral (1) de les sessions de Pràctiques i Treballs (30%)
- La confecció voluntària d'un pòster a partir dels resultats obtinguts d'una pràctica suposarà fins a un 10% addicional en la nota final.
- La qualificació mínima exigida als alumnes per a superar l'avaluació acadèmica s'estableix en el 50% del total. La realització de la prova final, amb una valoració superior al 25% del total, la participació en les pràctiques de laboratori, el lliurament corresponents informes i la presentació oral d'una pràctica són condicions necessàries per a ser avaluat.