

**GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA  
DESCRIPTION OF INDIVIDUAL COURSE UNIT**

<b>Nombre de la asignatura/módulo/unidad y código</b> Course title and code	Radioquímica
<b>Nivel (Grado/Postgrado)</b> Level of course (Undergraduate/Postgraduate)	Grado
<b>Plan de estudios en que se integra</b> Programme in which is integrated	Licenciatura en Química (plan de estudios 2002)
<b>Tipo (Troncal/Obligatoria/Optativa)</b> Type of course (Compulsory/Elective)	Optativa
<b>Año en que se programa</b> year of study	2010-2011
<b>Calendario (Semestre)</b> Calendar (Semester)	1cuatrimestre (27/09/10 a 28/01/11) Exámenes: 3/02/11 y 20/09/11
<b>Créditos teóricos y prácticos</b> Credits (theory and practics)	Créditos teóricos: 3,5 Créditos prácticos: 1
<b>Créditos expresados como volumen total de trabajo del estudiante (ECTS)</b> Number of credits expressed as student workload (ECTS)	<b>4,32 ECTS</b> Inicialmente calculados a partir del número de créditos asignados en el plan de estudios 2002 (1 ECTS= 25-30 horas de trabajo).
<b>Descriptor</b> Descriptors	Principios y métodos de la utilización de las sustancias radiactivas. Normas de Radioprotección.
<b>Objetivos (expresados como resultados de aprendizaje y competencias)</b> Objectives of the course (expressed in terms of learning outcomes and competences)	<p>1) El alumno sabrá/ comprenderá aspectos teórico-prácticos:</p> <p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Proporcionar unos conocimientos básicos en radiactividad y en protección radiológica, que les permita a los alumnos adquirir una formación general para el trabajo con materiales radiactivos.</p> <p><b>Objetivo particulares:</b></p> <p><b>I. FUNDAMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los constituyentes y propiedades de los núcleos, así como la naturaleza de las fuerzas nucleares.</li> <li>• Conocer la naturaleza de las radiaciones emitidas por los radionucleidos, y la ley fundamental de desintegración radiactiva.</li> <li>• Conocer las distintas unidades que se utilizan en radiactividad.</li> <li>• Diferenciar entre período de semidesintegración y vida media</li> <li>• Conocer la existencia de radiactividad ambiental natural y artificial. Problemas medioambientales del radón.</li> <li>• Comprender los esquemas de desintegración radiactiva de los diferentes radionucleidos, así como sus espectros energéticos.</li> <li>• Comprender los mecanismos generales de interacción de la radiación con la materia. Diferenciar entre poder de frenado,</li> </ul>

ionización específica y alcance.

- Diferenciar en la interacción de las partículas beta con la materia entre: retrodispersión, autoabsorción, Bremmstrahlung y proceso de aniquilación.
- Diferenciar en la interacción de la radiación gamma con la materia entre: efecto fotoeléctrico, efecto Compton y producción de pares. Aplicaciones generales de estos procesos.

## II. INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR

- Conocer las propiedades generales de los diferentes detectores utilizados en las medidas de las radiaciones.
- Comprender el fundamento de la espectrometría gamma y del centelleo líquido.
- Conocer la naturaleza aleatoria de las radiaciones emitidas por los núcleos radiactivos y calcular los errores inherentes asociados a las medidas de radiactividad.

## III. RADIOBIOLOGÍA Y RADIOPROTECCIÓN

- Adquirir unos conocimientos básicos en dosimetría y radioprotección para poder trabajar con materiales radiactivos en condiciones de seguridad.
- Conocer los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes a nivel molecular, celular y tisular, a nivel de individuo y de especie y comprender sus riesgos y posibles lesiones.
- Conocer las técnicas de radioprotección (distancia, tiempo y blindaje) que hay que tener en cuenta cuando se trabaja con sustancias radiactivas, para poder prevenir sus riesgos y trabajar siempre en condiciones de seguridad.
- Conocer la importancia que tiene, cuando se trabaja con material radiactivo, la clasificación de las zonas de trabajo, su control radiológico y señalización de las fuentes locales, para la protección del personal profesional expuesto y público en general.
- Conocer el tratamiento y gestión interna de los residuos radiactivos en la instalación, así como su almacenamiento.
- Conocer la legislación vigente en todos aquellos aspectos relacionados con la manipulación de fuentes radiactivas, y protección de las mismas.

## IV. APLICACIONES

- Conocer la utilización de los radioisótopos como trazadores en diferentes procesos físico – químico, así como en diferentes campos de la ciencia.

2) Contribución al desarrollo de habilidades y destrezas genéricas:

- Determinar la curva característica de un contador Geiger-Müller. Tensión umbral y voltaje de operación.
- Comprobar experimentalmente la naturaleza aleatoria del proceso de desintegración nuclear y determinar los errores que afectan a las medidas de radiactividad.
- Estudiar la variación de la retrodispersión de las partículas

beta en función: del espesor del reflector, de la distancia fuente-reflector y del número atómico del reflector

- Obtener las curvas de atenuación de los rayos gamma, emitidos por los radioisótopos  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{60}\text{Co}$ , por plomo. Calcular los espesores semirreductores. Determinar los espesores problema de dos láminas de plomo.
- Capacidad para interpretar datos derivados de la observación y medidas de laboratorio.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Familiarizar al alumno con la consulta de bibliografía especializada.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en las clases magistrales, en la realización de una serie de problemas numéricos.

**Prerrequisitos y recomendaciones**  
Prerequisites and advises

Conocimientos en Física y Matemáticas

**Contenidos/palabras clave**  
Course  
contents/descriptors/key  
words

Núcleo atómico. Radionucleido. Desintegración radiactiva. Interacción de las radiaciones con la materia. Instrumentación nuclear. Magnitudes y unidades radiológicas. Radiobiología y radioprotección. Legislación vigente.

**Bibliografía recomendada**  
Recommended reading

- Radiochemistry and Nuclear Methods of Analysis. William D. Ehmann and Diane E. Vance Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1991.

- Atoms, Radiation, and Radiation Protection. James E. Turner, Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1995.

- Las Radiaciones ionizantes. Su utilización y riesgos. Javier Ortega Aramburu. Tomos I y II. Javier Ortega Aramburu. Ediciones UPC. 1996.

- Radiochemistry and Nuclear Chemistry. G. R. Choppin, Jan-Olov Liljenzin and Jan Rydberg. British Library Cataloguing in Publication Data. 1996.

- Modern nuclear chemistry. W. Loveland, D.J. Morrissey and G.T. Seaborg. John Wiley & Sons, Inc. New York. 2006.

- Revistas especializadas.

**Métodos docentes**  
Teaching methods

Clases magistrales.  
Clases prácticas de laboratorio.  
Seminarios.  
Tutorías.  
Planificación de un trabajo.

**Actividades y horas de trabajo estimadas**

Activities and estimated workload (hours)

<u>Actividad</u>	<u>h.clase</u>	<u>h. estudio*</u>	<u>Total</u>
Lecciones:	24,5	36,7	61,2
Prácticas laboratorio:	10	7,5	17,5
Exámenes (incluyendo preparación):	--	--	22,1
Otras actividades académicas dirigidas:	--	--	14,5
Total:	--	--	115,3

**Tipo de evaluación y criterios de calificación**

Assessment methods

**Examen escrito:** Preguntas cortas y problemas. Computará el 80% de la nota final, y será un requisito indispensable el haber aprobado las prácticas para poder realizar el examen de teoría.

**Actividades a realizar.** Computará el 20% de la nota final

- **Asistencia a las clases magistrales** el 5%
- **Prácticas de Laboratorio.** Obligatoria. computará el 10% de la nota final y se evaluará:

\* El grado de participación, y de comunicación del alumno en clases prácticas

\* El cuaderno de laboratorio que debe presentar el alumno al finalizar las prácticas

\* Examen de prácticas, que tendrá lugar el mismo día del examen de teoría.

La superación de las prácticas de laboratorio será condición sine qua non para aprobar la asignatura.

- **Ejercicios de autoevaluación (5%)**
- **Planificación de un trabajo:** Opcional

Este 20% sólo será aplicado a aquellos alumnos que hayan superado el examen escrito con una calificación igual o superior a 4.

Para superar la asignatura será necesario tener una nota media global (nota media de los controles + nota media de las actividades realizadas) de al menos 5 puntos sobre 10.

En caso de acudir a la convocatoria de Septiembre para superar la asignatura, se tendrán en cuenta las notas de las actividades realizadas durante el curso y se evaluará la parte teórica de la asignatura en su totalidad.

**Idioma usado en clase y exámenes**

Language of instruction

Español

**Enlaces a más información**

Links to more information

**Plataforma docente:** Tablón de Docencia

**Planificación de actividades.**

Se entrega al inicio del curso la programación completa de la asignatura, incluyendo el cronograma.

**Esquemas de clase.**

En aquellos temas que se precise soporte audiovisual, éste se facilitará previamente.

**Guiones de prácticas.**

Se facilitará un guión de prácticas antes de comenzar las mismas.-

**Direcciones de Internet**

Se facilitará al alumno direcciones de Internet de utilidad.

Universidad de Granada

<http://www.ugr.es>

Servicio de Protección Radiológica Universidad de Granada

[http://www.ugr.es/%7Egabpca/prot\\_rad/index.htm](http://www.ugr.es/%7Egabpca/prot_rad/index.htm)

Consejo de Seguridad Nacional - CSN

<http://www.csn.es>

International Commission on Radiological Protection - ICRP

<http://www.icrp.org/>

World Health Organization - OMS

<http://www.who.int/en/>

Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa),

<http://www.enresa.es/>

**Nombre del profesor(es) y dirección de contacto para tutorías**

Name of lecturer(s) and address for tutoring

Profesores:

Profesor de Teoría: M<sup>ª</sup> Ángeles Ferro García

Correo electrónico: [ferro@ugr.es](mailto:ferro@ugr.es)

Oficina: Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Campus de Fuente Nueva, Granada.

Profesores de Prácticas:

-Francisco Carrasco Marin: [fmarin@ugr.es](mailto:fmarin@ugr.es)

-José Ruiz Sánchez: [jruizsa@ugr.es](mailto:jruizsa@ugr.es)

-M<sup>ª</sup> Ángeles Ferro García

Oficina: Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Campus de Fuente Nueva, Granada.

# **PROGRAMA COMPLETO DE LA ASIGNATURA**

## **PROGRAMA DE TEORIA**

### **I. FUNDAMENTOS**

#### **LECCIÓN 1**

EL NÚCLEO ATÓMICO.- Introducción. Constituyentes del núcleo. Propiedades del núcleo. Energía de enlace nuclear. Modelos nucleares. Nucléidos. Clasificación de los nucléidos. Carta de nucléidos.

#### **LECCIÓN 2**

DESINTEGRACIÓN RADIATIVA.- Introducción. Partículas y radiaciones emitidas por los radionucléidos. Ley fundamental de la desintegración radiactiva. Unidades de radiactividad. Período de semidesintegración. Vida media. Mezclas de radionucléidos. Tipos de equilibrio. Leyes del equilibrio de las transformaciones radiactivas.

#### **LECCIÓN 3**

RADIATIVIDAD NATURAL.- Introducción. Radionucléidos cosmogénicos. Radionucléidos primordiales. Series radiactivas naturales. Problemas medioambientales del Radón. Radionucléidos naturales que no forman familia.

#### **LECCIÓN 4**

DESINTEGRACIÓN ALFA Y PROCESOS DE INTERACCIÓN DE LAS PARTICULAS ALFA CON LA MATERIA. - Características. Balance masa-energía. Efecto "túnel". Identificación de las partículas alfa. Esquemas de desintegración alfa. Espectros de energías. Reglas de Geiger y Nuttal. Mecanismos de interacción. Poder de frenado. Ionización específica. Alcance. Fórmula de Bragg-Kleeman. Curvas de Bragg.

#### **LECCIÓN 5**

DESINTEGRACIÓN BETA Y PROCESOS DE INTERACCIÓN DE LAS PARTICULAS BETA CON LA MATERIA.- Introducción. Espectro de energías. Formas de desintegración beta. Captura electrónica. Parábolas de energías másicas. Esquemas de desintegración beta. Mecanismos de interacción. Bremmstrahlung. Proceso de aniquilación. Alcance y penetración. Fórmulas empíricas. Autoabsorción. Retrodispersión.

#### **LECCIÓN 6**

EMISIÓN GAMMA E INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA CON LA MATERIA.- Naturaleza de la radiación electromagnética. Espectro electromagnético. Proceso de conversión interna. Isómeros nucleares. Transiciones isoméricas y emisión gamma. Esquemas de desintegración de isómeros nucleares. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Efecto de producción de pares. Contribución relativa de los diferentes procesos de interacción. Ley exponencial de atenuación

### **II. INSTRUMENTACIÓN NUCLEAR**

#### **LECCIÓN 7**

DETECCIÓN Y MEDIDA DE LAS RADIACIONES.- Introducción. Propiedades generales de los detectores. Clasificación de los detectores. Sistemas de detección basados en la ionización de gases. Detectores de centelleo. Detectores de

semiconductores. Fundamento de la espectrometría gamma. Fundamentos de centelleo líquido.

### **LECCIÓN 8**

**ERRORES EN LAS MEDIDAS DE RADIATIVIDAD:** Introducción. Fuentes de error en las medidas de Radiactividad. Factores que afectan a la eficacia del detector. Calibrado del mismo. Estadística aplicada a las medidas radiactivas. Errores absolutos y relativos. Distribución óptima de los tiempos de medida.

## **III. RADIOBIOLOGIA Y RADIOPROTECCIÓN**

### **LECCIÓN 9**

**MAGNITUDES Y UNIDADES RADIOLÓGICAS.-** *Exposición:* Roentgen. C/Kg. *Energía cedida:* Kerma. *Dosis absorbida:* Rad. Gray. Eficacia biológica relativa y factor de calidad. *Dosis equivalente:* Rem. Sievert.

### **LECCIÓN 10**

**EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES.-** Introducción. Acción de las radiaciones en los sistemas biológicos: Efectos a nivel molecular. Efectos a nivel celular y tisular. Efectos a nivel de individuo y de especie. Efectos somáticos estocásticos y no estocásticos. Efectos genéticos. Efectos retardados. Efectos acumulativos.

### **LECCIÓN 11**

**DOSIMETRIA.-** Introducción. Factores de los que depende la dosis. Grupos de población. Límites anuales de dosis (LAD). Operación planificada. Dosis acumulada. Tiempo de permanencia. Dosimetría personal. Criterio ALARA.

### **LECCIÓN 12**

**CONTAMINACIÓN AMBIENTAL E INTERNA.-** Introducción. Contaminación de fluidos. Constantes fisiológicas. Concentración máxima admisible (CMA). Índices de nivel de peligrosidad y de nivel global de riesgo. Control de las contaminaciones y acotamiento de zonas. Carga orgánica máxima permisible. Vías de contaminación. Períodos de semieliminación biológico y efectivo. Clasificación de los radionucléidos según su radiotoxicidad.

### **LECCIÓN 13**

**TÉCNICAS DE RADIOPROTECCIÓN.-** Introducción. Técnicas de protección contra la radiación externa. Materiales empleados en el blindaje de partículas y radiaciones. Cálculo de espesores de blindaje. Clasificación de las zonas de trabajo y su control radiológico. Señalización de fuentes y locales. Protección del personal profesional expuesto y público en general. Residuos radiactivos. Almacenamiento de fuentes radiactivas.

### **LECCIÓN 14**

**LEGISLACIÓN Y REGLAMENTACIÓN DE LAS INSTALACIONES RADIATIVAS.-** Desarrollo de la legislación nuclear en España. Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas. Autorización de Instalaciones. Tramitación de solicitudes. Documentación. Licencias de Operador y de Supervisor. Inspección de las Instalaciones Radiactivas. Diario de Operación e Informes. El Consejo de Seguridad Nuclear. Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes de 26 de Julio de 2001.

## **IV. APLICACIONES**

### **LECCIÓN 15**

**APLICACIONES EN QUÍMICA.** Introducción. Síntesis de compuestos marcados. Trazadores. Uso de los radioisótopos en diferentes procesos físico-químicos e Industriales. Aplicaciones en otras áreas.

#### **SEMINARIOS:**

Resolución de problemas teórico-prácticos

### **PROGRAMA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

#### *Práctica 1*

- A. Determinación de la curva característica de un contador Geiger-Müller.
- B. Estadística de contaje.

#### *Práctica 2*

- A. Retrodispersión de las partículas beta: Influencia del espesor, de la distancia y del número atómico del reflector.

#### *Práctica 3*

- A. Absorción y atenuación de la radiación gamma por la materia. Cálculo de espesores semirreductores.



**CRONOGRAMA  
ORGANIZACIÓN DOCENTE POR SEMANAS**

**ASIGNATURA: RADIOQUIMICA**

**CURSO: 2      GRUPO: A**

1° CUATRIMESTRE

Sema- na n°	Periodo	Horas en el aula (11 a 12 h)  - L, M, V hasta el 19/11 - Resto: L,M	ACTIVIDADES PRESENCIALES						ACTIVI- DADES NO PRESEN- CIALES	Controles	
			Lecciones		Prácticas aula/ laboratorio			Otras actividades			
				H	H	G	P	Actividad			H
1	27 sep-3 oct	3	3	3							
2	4 -10 oct	3	2	2	1	A	Prob/Sem				
3	11-17 oct	2	3	2							
4	18-24 oct	3	4	2	12	1 (6h) 2(6 h)					
			5	1							
5	25-31 oct	3	5	1 1/2	14	1(4h) 2(4h) 3(6h)					
			6	1 1/2							
6	1-7 nov	2	6	1	14	3(4h) 4(6h) 5(4h)					
			7	1							
7	8-14 nov	3	8	1	10	4(4h) 5(6h)					
			9	2							
8	15-21 nov	3	10	2	1	A	Prob/Semi				
					12	6(6h) 7(6h)					
9	22-28 nov	2	11	1	1	A	Prob/Semi				
10	29 nov-5 dic	2	11	1	1	A	Prob/Semi				
11	6-12 dic	1	12	1							
12	13-19 dic	2	12	1	1	A	Prob/Semi				
13	20-21 dic	1	13	1						Lecciones 4 a 8	
14	10-16 ene	2	13	1							
15	17-23 ene	2	14	1				Charla/ Coloquio	1		
16	24-28 ene	2	15	1				Charla/ Coloquio	1		
Exam.	3/02/11 y 20/09/11										

