Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

PROGRAMA ANALÍTICO

Departamento: Ingeniería Química

Carrera: Ingeniería Química

Nombre de la actividad curricular: Radioquímica y Aplicaciones Nucleares

Área: Ingeniería Química

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Nivel: III

Tipo: Electiva

Modalidad: Cuatrimestral

Carga Horaria total: H. Reloj: 60 H. Cátedra: 80

Carga horaria semanal: H. Reloj: 4 H. Cátedra: 5

FUNDAMENTACIÓN

Más de 1500 establecimientos médicos e industriales de nuestro país emplean radioisótopos, radiaciones, dispositivos o instrumentos nucleares en sus actividades normales, considerándose muchas de estas prácticas como convencionales en su ámbito de aplicación. Es una necesidad insoslayable de la ingeniería moderna, en particular la química, conocer las diversas aplicaciones de los radioisótopos y las radiaciones, no sólo en las ciencias básicas, la medicina y la generación nucleoeléctrica, sino también en industrias químicas, de la alimentación, del petróleo, del plástico, metalúrgica, de los materiales de construcción, entre otras; así como en temas ambientales, vigilancia y control de contaminación, remediación, tratamiento de efluentes, hidrogeología, etc.

OBJETIVOS

- Conocer los principios fundamentales asociados al fenómeno de la radiactividad y a la generación de radiaciones ionizantes.
- Conocer los principios que rigen las aplicaciones de las técnicas nucleares, con énfasis en la ingeniería, las ciencias de la alimentación y los estudios ambientales.
- Desarrollar los criterios para decidir acerca de la posible aplicación de técnicas nucleares en los campos de su incumbencia.

CONTENIDOS

Contenidos analíticos

UNIDAD TEMÁTICA 1: NOCIONES FUNDAMENTALES.
Historia de las disciplinas nucleares. El núcleo atómico. Modelos nucleares. Estabilidad nuclear. Radiactividad. Magnitudes y unidades nucleares. Tabla de nucleidos. Actividad, definiciones y unidades. Transformaciones radiactivas: alfa, beta, captura electrónica orbital, transición isomérica. Partículas emitidas. Esquemas de desintegración. Período de semidesintegración y vida media. Estadística de transformaciones radiactivas. Equilibrios entre radionucleidos genéticamente relacionados. Familias radiactivas naturales. Radiaciones, generalidades.

Interacciones de las radiaciones con la materia (partículas cargadas, fotones, neutrones). Aniquilación de positrones.
Reacciones nucleares. Nomenclatura. Energías involucradas. Reacciones entre núcleos y partículas. Secciones eficaces y funciones de excitación. Fisión nuclear. Distribución de masas. Emisión de neutrones.
Génesis de los elementos químicos. Química nuclear y radioquímica. Efectos isotópicos. Métodos de enriquecimiento isotópico. Producción de agua pesada. Enriquecimiento de uranio.
Química de las radiaciones. Efectos químico- físicos de las radiaciones ionizantes.
Excitación, ionización, formación de radicales libres, reacciones de óxido reducción, energías involucradas. Radiólisis del agua y de soluciones acuosas.
Dosimetría química. Soluciones acuosas de sustancias inorgánicas y orgánicas. Radiopolimerización, radiovulcanización, tratamiento de superficies.

UNIDAD TEMÁTICA 2: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR.
Efectos biológicos de las radiaciones. Efectos estocásticos y no estocásticos.
Magnitudes radiométricas y dosimétricas. Conceptos generales. Exposición. Dosis absorbida. Dosis equivalente. Conceptos de dosis efectiva, dosis comprometida, dosis colectiva y dosis colectiva comprometida.
Contaminación interna. Vías de entrada, distribución, depósito, eliminación.
Objetivos de la protección radiológica. Análisis costo beneficio. Limitación de la dosis individual. Exposiciones potenciales. Justificación de la práctica. Optimización de la seguridad radiológica y limitación del riesgo individual.
Clasificación de las condiciones de trabajo. Áreas controladas y supervisadas. Dosímetros personales y de áreas. Monitoreos de: contaminación interna, áreas de trabajo y contaminación ambiental.
Objetivo de la seguridad nuclear. Instalaciones relevantes. Blindajes. Concepto de accidentes radiológicos. Evaluación de la seguridad en las instalaciones.

UNIDAD TEMÁTICA 3: DETECCIÓN Y MEDICIÓN DE LAS RADIACIONES.
Detectores, generalidades. Eficiencia, resolución en energía. Líneas de medición, generalidades. Pulsos. Tiempo muerto. Conteo, generalidades. Estadística. Errores de medición. Factores de corrección.
Detectores de ionización gaseosa. Cámaras de ionización. Contadores proporcionales. Tubos Geiger- Müller. Formación y procesamiento de pulsos. Detectores de centelleo sólido. Excitación y desexcitación molecular. Cristales inorgánicos, orgánicos y plásticos. Linealidad.
Centelleo líquido. Sistemas de medición. Soluciones centelladoras. Conteo por radiación Cherenkov. Quenching, clases y tratamiento.
Detectores semiconductores. Propiedades de los semiconductores. Características de los detectores semiconductores. Linealidad. Resolución en energía. Eficiencia.
Detectores de Sí. Detectores de Si (Li). Detectores de Ge hiperpuro.
Aspectos experimentales. Espectrometría beta. Espectrometría alfa de alta resolución. Espectrometría gamma y X de alta resolución. Origen de los picos en un espectro. Líneas de medición. Analizadores multicanales. Conversores analógico-digitales. Factores de corrección.
Metrología de radioisótopos. Mediciones absolutas y relativas, curvas de eficiencia. Métodos por coincidencia. Trazabilidad, intercomparaciones.

UNIDAD TEMÁTICA 4: PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS.
Reactores nucleares. Reacción en cadena, criticidad. Reactores de potencia, de investigación y de producción de radioisótopos. Facilidades de irradiación. Otras aplicaciones de los reactores nucleares.
Aceleradores de partículas. Generadores electrostáticos (Van der Graff). Acelerador. Aceleradores lineales (Linacs).

Ciclotrón, sincrociclotrón, anillos de aceleración. Ciclotrones de producción, hospitalarios e industriales.
Operaciones radioquímicas. Normas de laboratorio. Concentración de actividad, actividad específica. Métodos de separación y purificación de radioisótopos y compuestos marcados. Reacciones de Szilard- Chalmers. Marcación de compuestos. Métodos de síntesis de moléculas marcadas. Aplicaciones. Diseño e instalación de laboratorios radioquímicos. Procesos de producción de radioisótopos, generalidades. Radioisótopos de reactor. Radioisótopos de ciclotrón. Generadores. Controles de calidad de radioisótopos: controles nucleares, químicos y biológicos.

UNIDAD TEMÁTICA 5: APLICACIONES NUCLEARES.
Aplicaciones de la radiactividad en química analítica. Dilución isotópica. Análisis por activación neutrónica. Métodos instrumentales y con separaciones radioquímicas.
Análisis por gamma inmediatos. PIXE. Fluorescencia de rayos X. Comparación entre sí y con métodos no nucleares. Aplicaciones generales. Trazadores radiactivos y activables. Aplicaciones generales. Aplicaciones en las industrias químicas, metalúrgica, del petróleo, del cemento y otras. Geocronología isotópica. Fuentes radioisotópicas de energía. Fuentes radioisotópicas de radiaciones. Fuentes radioisotópicas de neutrones.
Radiografías: gammagrafía, neutrografía, radiografía beta, autorradiografía. Dispositivos nucleares de medición y control: medición de niveles, control de espesores, determinación de humedad o porosidad de suelos.
Tratamiento de materiales: radioesterilización. Acondicionamiento de tejidos biológicos. Tratamiento de polímeros. Mutagénesis.
Aplicaciones médicas. Radiofarmacia: generalidades, propiedades de los radiofármacos.

UNIDAD TEMÁTICA 6: TÉCNICAS NUCLEARES EN ESTUDIOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.
Determinaciones experimentales en agua, aire, suelos y otras matrices de interés. Biomonitores e indicadores indirectos. Empleo de isótopos ambientales, incluyendo radiactivos y estables. Trazadores radiactivos y activables en estudios hidrogeológicos y de contaminación. Tratamiento de efluentes urbanos e industriales por radiación.
Control de radionucleidos en el medio ambiente.

UNIDAD TEMÁTICA 7: TÉCNICAS NUCLEARES EN CIENCIAS DE LA ALIMENTACIÓN.
Determinaciones de elementos esenciales o tóxicos en alimentos. Control de productos alimenticios. Estudios nutricionales. Estudios de eficiencia de fertilizantes.
Tratamiento de alimentos por irradiación. Manejo de plagas. Tratamientos sanitarios

UNIDAD TEMÁTICA 8: CICLO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR.
Prospección del uranio. Explotación de las minas. Separación y purificación de uranio. Fabricación de elementos combustibles. Gestión del combustible en las centrales nucleares. Reprocesamiento. Ciclo de combustible y medio ambiente. Ingeniería de las instalaciones. Aspectos reglamentarios y legales de la gestión de residuos radiactivos. Pretratamiento y acondicionamiento. Transporte de residuos. Almacenamiento transitorio. Disposición final de residuos. Tipos de repositorio.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Tipo de actividad	**Carga horaria total en h reloj**	**Carga horaria total en h cátedra**
Teórica	55	73
Formación Práctica	5	7
Tipo de actividad	**Carga horaria total en h reloj**	**Carga horaria total en h cátedra**
Formación experimental	0	0
Resolución de problemas	5	7
Proyectos y diseño	0	0
Práctica supervisada	0	0

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

a) Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

El curso consiste fundamentalmente en presentaciones teóricas, en razón de que la variedad de temas solo permite la inclusión de clases de problemas en forma restringida. Algunos ejemplos y su resolución, a cargo de los docentes, se intercalan cuando se explica el fundamento teórico pertinente. Durante el dictado de la Unidad Temática 1 se destina parte del horario a la ejercitación en el manejo de la Tabla de Nucleidos, (interpretación de los datos, propuestas de esquemas de desintegración y de reacciones nucleares). Los contenidos de esta ejercitación forman parte del primer examen parcial.
En líneas generales, las clases se inician con una introducción histórica, donde se da cuenta del estado de conocimientos precedentes a un descubrimiento o concepción específica y el contexto científico y político. La metodología tiende a lograr que el alumno comprenda y asimile la línea de pensamiento que acompañó en cada caso al hecho. A continuación, se imparten las nociones correspondientes. Los ejemplos de aplicaciones se inician con la exposición del problema, en sus aspectos generales, para luego mostrar la forma en que las técnicas nucleares contribuyen a su resolución. Se presta particular énfasis a las aplicaciones en estudios del medio ambiente y en ciencias de la alimentación, en consonancia con otras asignaturas electivas del Departamento (Tecnología de los Alimentos I, II y Gestión y Tecnología Ambiental II).

b) Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)

Las clases se dictan mediante presentaciones en Power Point. Se utiliza una computadora personal y cañón electrónico.

EVALUACIÓN

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)
Se toman dos exámenes parciales, con niveles de exigencia equivalente, comprendiendo el primero de ellos las Unidades Temáticas 1 y 2, y el segundo las Unidades Temáticas 3 a 7. La Unidad Temática 8 puede integrar o no el temario del segundo parcial, dependiendo de la programación; en ambos casos se evalúa en el examen final.
El método de evaluación se informa en la presentación de la asignatura, y el régimen de aprobación se incluirá en detalle en cada una de las instancias de evaluación parcial.

Requisitos de regularidad

Aprobar las instancias de exámenes parciales, cualquier trabajo teórico-práctico o de investigación solicitado por la cátedra dentro del alcance del programa y contar con el porcentaje de asistencia requerido por la reglamentación vigente.
La nota mínima para aprobación de los parciales a fin de garantizar la regularidad es 6 (seis). Existen 2 (dos) instancias de recuperación por parcial como opción para alcanzar la calificación que garantiza la regularidad.

Requisitos de aprobación
Se requerirá la aprobación de un examen final integrador.

Requisitos de promoción
La materia es promocionable, según lo reglamenta la Ordenanza N° 1549 incorporada al Reglamento de Estudios de la Universidad Tecnológica Nacional. La calificación mínima requerida para garantizar la promoción es 8 (ocho), promedio entre ambos exámenes parciales con niveles de exigencia equivalentes.
Para mantener el régimen de promoción, se admite la recuperación de uno solo de los dos parciales (cualquiera sea), en la primera instancia de recuperación, sin opción a prueba complementaria. En caso de recuperación de un parcial, se adopta la modalidad de actualización de nota.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

La asignatura se articula verticalmente con las materias de Física, Análisis Matemático y Química General. Su articulación horizontal es indirecta, a partir de las aplicaciones nucleares en diversos campos; de esta forma, está relacionada con las asignaturas de Química Analítica, Tecnología de los Alimentos y las asignaturas electivas asociadas al área ambiental.
El equipo docente participa de reuniones intercátedras convocadas por el Departamento de Ing. Química, a fin de generar acuerdos temáticos y de metodologías que faciliten la articulación horizontal y vertical entre las distintas asignaturas

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Unidad Temática	Duración en h cátedra
1	28
2	6
3	11
4	11
5	6
6	6
7	6
8	6

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

– Debertin, K., & Helmer, R. G. (1988). *Gamma and X-ray spectrometry with semiconductor detectors*. North-Holland Publishing Company.
– Ehmann, W. D., & Vance, D. E. (1991). *Radiochemistry and nuclear methods of analysis*. John Wiley and Sons.
– Friedlander, G., Kennedy, J. W., Macias, E. S., & Miller, J. M. (1981). *Nuclear and radiochemistry.* John Wiley and Sons.

– Gilmore G. R. (2008). *Practical gamma-ray spectroscopy*. John Wiley and Sons.
– Gilmore G. R., & Hemingway J. D., (1995). *Practical gamma-ray spectroscopy*. John Wiley and Sons.
– Glasstone S., & Sesonske, A. (1994). *Nuclear reactor engineering.* (Vols. 1-2). Chapman & Hall, Inc.
– Knoll, G. F. (2010). *Radiation detection and measurements*. John Wiley and Sons.
– Knoll, G. F. (1989). *Radiation detection and measurements.* John Wiley and Sons.
– L'Annunziata, M. (Ed.). (2012). *Handbook of radioactivity analysis*. Academic Press
– L'Annunziata, M. (Ed.). (1998). *Handbook of radioactivity analysis*. Academic Press
– Ortec EG & G. (1984). *Experiments in nuclear science*. Ediciones de la Empresa.
– Peng, C. T., Horrocks, D. L., & Alpen, E. L. (Eds.). (1980). *Liquid scintillation counting: recent applications and development.* (Vol. 1). Academic Press.
– Rodríguez Pasqués, R. H. (1978). *Introducción a la Tecnología Nuclear*. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
– Spinks, J. W. T., & Woods, T. J. (1990). *Introduction to radiation chemistry*. John Wiley and Sons.Woods, R. J., & Pikaev, A. K. (1994). *Applied radiation chemistry: radiation processing*. John Wiley and Sons.