



AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACIÓN

Resolución 142/2015

Bs. As., 10/3/2015

VISTO la Ley N° 24.804, su Decreto Reglamentario N° 1390/98, el expediente del Registro Central N° 2581/14, lo actuado por la GERENCIA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, FÍSICA Y SALVAGUARDIAS y la SUBGERENCIA CONTROL DE INSTALACIONES RADIATIVAS CLASE II y III, lo requerido en las Normas AR-8.11.1, AR 8.11.2. y AR 8.11-3, y

CONSIDERANDO:

Que conforme lo establecido en el Artículo 9 inciso a) de la Ley N° 24.804 citada en el VISTO, toda persona física o jurídica para desarrollar actividad nuclear en la REPUBLICA ARGENTINA, deberá ajustarse a las regulaciones que imparta la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR (ARN) en el ámbito de su competencia y solicitar el otorgamiento de la licencia, permiso o autorización respectiva.

Que la FACULTAD DE MATEMATICA, ASTRONOMIA Y FISICA de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA ha solicitado el reconocimiento del Curso de Dosimetría en Radioterapia como formación teórico de futuros Médicos Radioterapeutas, Técnico en Física de la Radioterapia y como curso inicial para Físicos en Radioterapia.

Que la GERENCIA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, FÍSICA Y SALVAGUARDIAS - SUBGERENCIA CONTROL DE INSTALACIONES RADIATIVAS CLASE II y III ha recomendado reconocer el Curso de Dosimetría en Radioterapia como formación teórico de futuros Médicos Radioterapeutas, Técnico en Física de la Radioterapia y como curso inicial para Físicos en Radioterapia.

Que la realización del Curso es requerida de conformidad con lo establecido en los criterios 10 de la Norma AR 8.11.1; 32 de la Norma AR 8.11.2 y 13 y 14 de la Norma AR 8.11.3.

Que el CAAR ha realizado la evaluación de los contenidos correspondientes al Curso de Dosimetría en Radioterapia en su Acta N° 831.

Que la GERENCIA DE ASUNTOS JURÍDICOS ha tomado la intervención que le compete.

Que el Directorio de la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR es competente para el dictado del presente acto conforme lo establece el Artículo 22, inciso e) de la Ley N° 24.804.

Por ello, en su reunión del 4 de marzo de 2015 (Acta N° 8).



EL DIRECTORIO
DE LA AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR
RESOLVIO:

ARTÍCULO 1° — Reconocer el Curso de Dosimetría en Radioterapia que presentó la FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMIA Y FÍSICA de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA como formación teórico de futuros Médicos Radioterapeutas, Técnico en Física de la Radioterapia y como curso inicial para Físicos en Radioterapia.

ARTÍCULO 2° — Establecer que la GERENCIA SEGURIDAD RADIOLÓGICA, FÍSICA Y SALVAGUARDIAS evaluará anualmente el programa del curso, cuyo contenido está indicado en el anexo a la presente Resolución y establecerá, de ser necesarias, las modificaciones pertinentes.

ARTÍCULO 3° — Establecer que la vigencia del reconocimiento del curso indicado estará sujeta al cumplimiento, por parte de la FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMIA Y FÍSICA de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA, de los siguientes requisitos:

- Obtener el acuerdo de la AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR ante cualquier cambio de las condiciones que sirvieron de base para otorgar el reconocimiento del curso.
- Informar con antelación suficiente el cronograma del curso cada vez que sea dictado junto con la nómina del plantel docente que se hará cargo de su dictado, agregando fecha prevista de examen final, teniendo en cuenta la eventual participación de personal de esta AUTORIDAD REGULATORIA NUCLEAR en la mesa examinadora.
- Informar dentro de los TREINTA (30) días de la fecha de examen final, la nómina de alumnos que aprobaron el curso.

ARTÍCULO 4° — Comuníquese a la SECRETARIA GENERAL, al CONSEJO ASESOR EN APLICACIONES DE RADIOISÓTOPOS Y RADIACIONES IONIZANTES (CAAR), y a la GERENCIA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, FÍSICA Y SALVAGUARDIAS a los fines correspondientes. Dése a la DIRECCIÓN NACIONAL DEL REGISTRO OFICIAL para su publicación en el BOLETIN OFICIAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. Archívese en el REGISTRO CENTRAL. — Lic. JULIÁN GADANO, Vicepresidente 1°.

ANEXO RESOLUCIÓN N° 142/15

Capítulo I: REPASO DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS Y UNIDADES FÍSICAS.

Ecuaciones lineales. Representación gráfica de la recta. Función exponencial.

Logaritmos. Representación en escala logarítmica.

Conceptos de trigonometría. Funciones trigonométricas. Resolución de triángulos. Magnitudes vectoriales y escalares. Estática y cinemática. Ecuaciones de movimiento.

Dinámica. Leyes de Newton. Cantidad de movimiento. Trabajo mecánico. Energía potencial y cinética.

Conservación de la cantidad de movimiento y de la energía. Porcentajes. Interpolación lineal. Unidades de tiempo. Unidades eléctricas, de masa y longitud. Unidades de energía. Sistema internacional de unidades.

Capítulo II: CONCEPTOS BÁSICOS DE FÍSICA ATÓMICA

Principios de física nuclear, el núcleo atómico, composición, estructura.

Radiación electromagnética. Radiactividad, Tipos y Leyes de la desintegración radiactiva. Constante de desintegración. Vida media. Período de semidesintegración. Actividad. Definición. Unidades.





Radiactividad natural. Series radiactivas. Equilibrios. Tabla de Nucleidos. Isotopía. Fuentes artificiales de radiación.

Capítulo III: INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA MATERIA

Interacción de la radiación electromagnética con la materia. Efectos: fotoeléctrico, Compton y formación de pares. Coeficientes de atenuación y absorción. Descripción de haces de fotones. Atenuación de haces de fotones. Coeficiente de atenuación lineal.

Coeficiente de atenuación másica. Energía transferida y energía absorbida. Transferencia lineal de energía (TLE). Importancia relativa de los diferentes tipos de interacciones.

Interacción de partículas livianas cargadas, pesadas cargadas y pesadas no cargadas con la materia.

Ionización específica. Pérdida de energía por colisión y por radiación.

Dispersión. Alcance en distintos medios.

Capítulo IV: CONCEPTOS DOSIMÉTRICOS

Concepto físico de Kerma y Dosis. Transferencia de energía de un haz de radiaciones al medio irradiado. Equilibrio electrónico. Dosis absorbida. Definición y unidades.

Relación entre kerma, exposición y dosis absorbida.

Constante específica gamma. Determinación de tasa de dosis y tasa de kerma para fuentes puntuales gamma, beta, alfa y neutrones. Cálculo de dosis acumulada. Caso particular de radionucleidos de vida media corta.

Magnitudes de aplicación en protección radiológica y sus unidades: Dosis absorbida, dosis equivalente y dosis efectiva. Magnitudes operacionales: dosis equivalente personal y dosis equivalente ambiental.

Dosimetría de la contaminación interna. Período físico y biológico. Sistema de cálculo en dosimetría interna ocupacional. Concentración derivada en aire. Límite anual de incorporación para trabajadores y público.

Capítulo V: PRODUCCIÓN DE RAYOS X Y PROPIEDADES DE EQUIPOS DE RAYOS X

Equipos y propiedades de los rayos x. Tubos de rayos x. Espectros de rayos x: Radiación de frenado, rayos x característicos. Distribución angular. Calidad de la radiación. Capa hemirreductora. Filtros. Energía efectiva. Variación de la calidad al modificar el filtro y la tensión aplicada al tubo de rayos x. Variación en la distribución de dosis en el paciente al modificarse el filtro, la tensión, la intensidad de corriente y la distancia del foco a la superficie. Radiación secundaria.

Equipos de rayos x para terapia: terapia superficial y ortovoltaje o terapia en profundidad.

Capítulo VI: EQUIPOS DE ALTA ENERGÍA.

Características generales. Definición de isocentro, tamaño de campo, sistema óptico, ángulos de colimador y de brazo (gantry).

Equipos para terapia con fuentes selladas. Características de las fuentes de Co-60. Diseño de colimadores. Penumbra física y penumbra geométrica.

Equipos para terapia con rayos x. Aceleradores lineales de electrones. Características de los haces de fotones y electrones. Principales componentes de un acelerador. Filtro aplanador. Láminas dispersoras para haces de electrones. Determinación de la energía.

Colimadores. Sistemas de colimación para haces de electrones. Colimadores multilámina.

Comparación de equipos de Co-60 y aceleradores, ventajas y desventajas.

Capítulo VII: DOSIMETRÍA DE FUENTES EMPLEADAS EN BRAQUITERAPIA.

Características de las fuentes empleadas en braquiterapia. Cálculo de dosis con fuentes lineales. Empleo de radiografías. Semillas utilizadas en braquiterapia, características, clasificación. Descripción de los isótopos más utilizados. Actividad real y aparente.

Especificación dosimétrica en términos de intensidad de Kerma en el aire (SK).

Implantes temporarios y permanentes. Cálculos manuales. Sistema de Paterson-Parler y sistema de Paris. Planificación de tratamientos en aplicaciones intracavitarias, intersticiales y moldes. Sistemas de





implantación, uso de software de planificación dosimétrica. Equipos de alta tasa de dosis. Comparación de equipos de baja y alta tasa de dosis.

Capítulo VIII: INSTRUMENTACIÓN PARA DOSIMETRÍA

Medición de las radiaciones ionizantes. Cámara de Ionización de aire libre. Teoría de la cavidad de Bragg-Gray. Cámara dedal. Principios de funcionamiento, características, performances. Electrómetros. Cámaras plano-paralelas. Diodos semiconductores.

Cámara pozo para braquiterapia. Eficiencia de colección. Saturación. Influencia de las condiciones ambientales. Dosimetría fílmica radiográfica y radiocrómica. Equipamientos de dosimetría in vivo. Sistemas automáticos de barrido de haces. Equipamiento dosimétrico para control de calidad. Equipos dosimétricos para IMRT y radiocirugía.

Instrumentación con fines de Protección Radiológica:

Medición de la tasa de dosis absorbida, la tasa de dosis equivalente personal y la tasa de dosis equivalente ambiental. Cámaras de ionización. Contadores proporcionales. Tubos Geiger-Muller. Detectores de centelleo sólido y centelleo líquido. Detectores semiconductores. Detectores termoluminiscentes (TLD), de película y OSL.

Detectores para la medición de la contaminación superficial.

Sistemas de determinación de la incorporación de radionucleidos.

Capítulo IX: PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS EN TERAPIA ESTÁTICA Y CINÉTICA

Definición de volumen blanco, volumen de tratamiento y volumen irradiado. Puntos calientes (hot-spots). ICRU50, ICRU 62, ICRU 83.

Simulación y verificación de tratamientos. Importancia de la inmovilización. Distancia-fuente-superficie fija e isocentro.

Concepto físico y definición de las funciones de radioterapia: PDD, TAR, PSF, TMR, TPR, OF. Variación de las mismas con el tamaño de campo, DFS, energía y profundidad.

Haces de fotones. Planificación de tratamientos en haces de fotones de baja y media energía, de ^{60}Co y de acelerador lineal. Cálculos de dosis aplicando técnicas isocéntrica y de distancia fuente-superficie fija. Dosis piel y dosis de entrada.

Filtros en cuna. Compensadores. Curvas de isodosis para haces de fotones. Variación de las mismas con la energía. Planificación de tratamientos para campos opuestos y paralelos y campos oblicuos.

Contaminación electrónica en haces de fotones.

Curvas de isodosis para haces de electrones. Rango terapéutico para haces de electrones.

Corrección por presencia de heterogeneidades.

Corrección por superficie irregular. Nociones de campos conformados. Fraccionamiento de la dosis.

Nociones de radioterapia de intensidad modulada (IMRT) con haces de fotones de alta energía: radioterapia inversa y optimización. Métodos de dispensa de radiación: colimador de hojas múltiples y filtros moduladores.

Planificación con haces de electrones. Espectro de energía de haces de electrones de uso clínico. Distribución de dosis en profundidad y determinación de rangos de interés.

Criterios de selección de la energía. Colimación con aplicadores y bloques personalizados. Haces adyacentes. Correcciones por distancia y por gap de aire.

Capítulo X: EFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES.

Efectos directos e indirectos. Radiólisis del agua. Formación de radicales libres y fenómenos secundarios.

Nociones de anatomía, histología y fisiología humana.

Efectos de las radiaciones sobre el ADN: tipos de lesiones. Reparación del ADN. Efectos de la radiación sobre otras moléculas. Muerte celular por radiación.

Efectos a nivel celular y molecular. Curvas de sobrevida. Su uso para el estudio de EBR, efecto de tasa



de dosis y fraccionamiento, radiosensibilidad de distintos tipos celulares (normales y transformadas) y etapas del ciclo celular, acción de radioprotectores y radiosensibilizantes, efecto del oxígeno.

Efectos a nivel del organismo.

Efectos Determinísticos: irradiación a todo el cuerpo y localizada, Síndromes agudos de Radiación, efectos determinísticos tardíos.

Efectos estocásticos somáticos. Mecanismos de oncogénesis. Curvas de probabilidad de efecto vs. dosis para alta TLE y baja TLE. Efecto de la tasa de dosis. Estudios epidemiológicos.

Efectos estocásticos hereditarios. Efectos de la irradiación prenatal.

Clasificación y caracterización de tumores. Complicaciones clínicas más frecuentes en los tratamientos.

Dosimetría Biológica. Concepto de Indicadores y Dosímetros biológicos: biofísicos, bioquímicos, citogenéticas. La Dosimetría Biológica en distintos escenarios de sobreexposición y evaluación: individual y a gran escala, a todo el cuerpo y localizada, inmediata y retrospectiva.

Bases radiobiológicas del fraccionamiento, Modelo α/β . Tejidos con respuesta temprana y tardía. Híper e hipofraccionamiento. Equivalencia entre distintos fraccionamientos.

Complicaciones clínicas más frecuentes en los tratamientos.

Capítulo XI: PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Sistema internacional de Protección Radiológica. Principios de la PR: justificación, optimización de la protección y limitación de dosis.

Restricciones de dosis y niveles de referencia.

Situaciones de exposición: planificadas, existentes, de emergencia. Exposiciones potenciales.

Tipos de exposición: exposición ocupacional, exposición del público, exposición médica.

Protección Radiológica operativa: tiempo, distancia y blindaje.

Cálculo de blindajes en instalaciones de braquiterapia y de teleterapia. Carga de trabajo y su consecuencia sobre la protección radiológica. Implicancias de las nuevas tecnologías en los cálculos de blindaje (IMRT).

Protección radiológica ocupacional

Áreas de trabajo: supervisadas y controladas. Señalización, control de accesos.

Vigilancia radiológica individual y de área.

Capacitación del personal en la instalación. Registros.

Protección radiológica del paciente.

Aplicación de los principios de la Protección Radiológica a la Exposición Médica.

Responsabilidades.

Justificación genérica e individual.

Optimización de la Exposición Médica.

Optimización en el diseño de fuentes, equipos e instalaciones.

Normas de diseño de equipos para terapia con fuentes selladas y aceleradores lineales de electrones.

Optimización en la operación

Procedimientos de seguridad radiológica en la operación de instalaciones de braquiterapia y teleterapia.

Códigos de práctica.

Calibración de equipos de tratamiento.

Dosimetría del paciente.

Garantía de Calidad en la Exposición Médica

Restricciones de dosis en investigación biomédica

Protección radiológica de la paciente embarazada.

Alta de pacientes con implantes permanentes

Accidentes radiológicos con fuentes médicas

Análisis de casos. Lecciones aprendidas. Emergencias radiológicas. Manejo de personas irradiadas.





Gestión de residuos y transporte de materiales radiactivos

Definición y clasificación general de residuos radiactivos. Prácticas que los generan.

Gestión de residuos radiactivos. Residuos de alta, media y baja. Concepto de exención.

Gestión de residuos generados en la práctica médica diagnóstica y terapéutica.

Reglamentación del transporte de material radiactivo. Embalajes. Índice de transporte.

Señalización para el transporte de material radiactivo. Norma AR 10.16.1

Capítulo XII: GARANTIA DE CALIDAD EN RADIOTERAPIA

Garantía de calidad en Radioterapia: Aspectos clínicos y físicos.

Protocolos de Garantía de Calidad en Radioterapia (aspectos físicos): IAEA TECDOC 1151.

Controles mecánicos y controles de dispositivos de seguridad. Control y verificación de los accesorios de los tratamientos radiantes: cunas, bloques, plano para mamas, máscaras.

Calibración de equipos de terapia radiante. Métodos de calibración. Cadena de medición: Trazabilidad. El Laboratorio Secundario de estándares. Protocolos para obtener la dosis absorbida en condiciones de referencia y en condiciones distintas a las de referencia. OIEA TRS No. 398. Controles dosimétricos rutinarios. Auditorías. Auditorías CUATRO (OIEA).

Dosimetría in vivo. Controles de calidad en la planificación y administración de tratamientos de braquiterapia. Controles de calidad de integridad física y de estanqueidad, calibración e inventario de fuentes.

Capítulo XIII: MARCO REGULATORIO

Sistema de regulación nacional: Autoridad Regulatoria Nuclear. Funciones, alcances. Normas regulatorias.

Norma básica de seguridad radiológica AR 10.1.1

Requisitos para obtener permisos individuales para el ejercicio de prácticas médicas utilizando radiaciones ionizantes. Normas AR 8.11.1 (Permisos individuales para el empleo de material radiactivo o radiaciones ionizantes en seres humanos), AR 8.11.2 (Requisitos mínimos de formación clínica activa para la obtención de permisos individuales con fines médicos) y 8.11.3 (Permisos individuales para especialistas y técnicos en física de la radioterapia).

Requisitos para licenciar instalaciones médicas que utilicen radiaciones ionizantes. Normas AR 8.2.1 (Uso de fuentes selladas en braquiterapia), AR 8.2.2 (Operación de aceleradores lineales de uso médico), AR 8.2.3 (Operación de instalaciones de telecobaltoterapia)

PRÁCTICAS DE EJERCITACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN:

- a) Ejercicios de matemáticas y unidades físicas.
- b) Problemas de física atómica.
- c) Problemas de dosimetría de fuentes gamma.
- d) Resolución de problemas en braquiterapia.
- e) Resolución de problemas en teleterapia estática y cinética.
- f) Observación de aplicaciones en braquiterapia.
- g) Calibración de un equipo de teleterapia. Controles mecánicos y radiantes.
- h) Aplicaciones a esquemas de fraccionamiento utilizando el concepto de NSD (Ellis) y modelo lineal cuadrático (LQM)

CARGA HORARIA TEÓRICO-PRÁCTICA 6 semanas, 40 horas semanales: 240 horas

e. 20/03/2015 N° 19311/15 v. 20/03/2015

Fecha de publicación: 20/03/2015

