

**NORMA Oficial Mexicana NOM-031-NUCL-2011, Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-NUCL-2011, REQUISITOS PARA EL ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con fundamento en los artículos 17 y 33 fracción XIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 4, 18 fracción III, 27 y 50 fracciones I, XI y XV de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 1, 38 fracciones II y III, 40 fracciones I, III y VII, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3, 4, 148 fracciones I y III, 150 fracción II, 151 fracción II, 152 fracción II, 154 fracción II, 156 fracción IV, 157 fracción II y 159 fracciones III y IV del Reglamento General de Seguridad Radiológica; 3 fracción VI inciso b), 33, 34 fracciones XVI, XIX, XXII y XXIV, 37 y 39 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

**CONSIDERANDO**

**Primero.** Que con fecha 15 de febrero de 2011, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-031-NUCL-1999, Requerimientos para la calificación y entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes, que se le denominó "PROY-NOM-031-NUCL-2010, Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes", a efecto de recibir comentarios de los interesados.

**Segundo.** Que transcurrido el plazo de 60 días a que se refiere el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para recibir los comentarios mencionados en el considerando anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias analizó los comentarios recibidos y, en los casos que estimó procedente, realizó las modificaciones al proyecto en cita.

**Tercero.** Que con fecha 31 de agosto de 2011, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios antes referidos, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**Cuarto.** Que en atención a lo expuesto en los considerandos anteriores y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-NUCL-2011, REQUISITOS PARA EL ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES****PREFACIO**

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron representantes de las siguientes dependencias, instituciones, asociaciones y empresas:

**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**

- Dirección General Autotransporte Federal.

**SECRETARIA DE ENERGIA**

- Unidad de Asuntos Jurídicos / Dirección de Estudios y Consultas.
- Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares.

**SECRETARIA DE GOBERNACION**

- Dirección General de Protección Civil.

**SECRETARIA DE SALUD**

- Hospital Juárez de México.

**SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL**

- Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD**

- Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas.

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS "ISMAEL COSIO VILLEGAS"  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO

- Hospital Regional Adolfo López Mateos.

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

- Unidad Xochimilco

ASOCIACION MEXICANA DE EMPRESAS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, A.C.

ASOCIACION MEXICANA DE FISICA MEDICA, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE MEDICINA NUCLEAR, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE RADIOTERAPEUTAS, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA, A.C.

ADIESTRAMIENTO Y CAPACITACION NUCLEAR, S.A. DE C.V.

CAPACITACION AVANZADA, S.C.

CONTROL DE RADIACIONES E INGENIERIA, S.A. DE C.V.

HOSPITAL MEDICA SUR

MEDIDORES INDUSTRIALES Y MEDICOS, S.A. DE C.V.

RADIACIONES Y EQUIPOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.

RADIACION APLICADA A LA INDUSTRIA, S.A. DE C.V.

SERVICIOS INTEGRALES PARA LA RADIACION, S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE APLICACION INTEGRAL, S.A. DE C.V.

TUBOS Y ACEROS DE MEXICO, S.A. DE C.V.

## INDICE

0. Introducción

1. Objetivo

2. Campo de aplicación

3. Definiciones

4. Requisitos generales

5. Entrenamiento inicial

6. Entrenamiento periódico

Apéndice A (Normativo) Curso avanzado de protección radiológica para el encargado de seguridad radiológica y el auxiliar del encargado de seguridad radiológica clases A y B

Apéndice B (Normativo) Curso de protección radiológica para el entrenamiento del encargado de seguridad radiológica clase C

Apéndice C (Normativo) Curso de protección radiológica para el personal ocupacionalmente expuesto en instalaciones radiactivas

Apéndice D (Normativo) Curso quinquenal en protección radiológica para el encargado de seguridad radiológica y el auxiliar del encargado de seguridad radiológica

Apéndice E (Normativo) Curso anual en protección radiológica para personal ocupacionalmente expuesto

7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas

8. Bibliografía

9. Evaluación de la conformidad

10. Vigilancia

## 11. Transitorios

### 0. Introducción

Los titulares de una autorización, permiso o licencia para llevar a cabo actividades o prácticas con fuentes de radiación ionizante, tienen la responsabilidad de que su personal cumpla con el entrenamiento apropiado para realizarlas. Para ello, el encargado de seguridad radiológica (ESR), su auxiliar, y el personal ocupacionalmente expuesto, de acuerdo con sus responsabilidades y actividades, y considerando el tipo de instalación en la que prestan sus servicios, deben demostrar que cuentan con el entrenamiento correspondiente.

#### 1. Objetivo

Establecer los requisitos de entrenamiento y su periodicidad, para el encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica y personal ocupacionalmente expuesto.

#### 2. Campo de aplicación

Los requisitos de la presente norma se aplican, según corresponda, al encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica y personal ocupacionalmente expuesto. Queda excluido el personal ocupacionalmente expuesto que labore en las centrales nucleoelectricas y en los establecimientos de diagnóstico médico con rayos X, el cual estará sujeto a las disposiciones específicas establecidas en la normativa correspondiente.

#### 3. Definiciones

**3.1 Entrenamiento inicial:** Proceso conformado por un conjunto de actividades mediante las cuales los candidatos a incorporarse como encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica, y personal ocupacionalmente expuesto, en una práctica o instalación licenciada o en proceso de licenciamiento, adquieren los conocimientos y habilidades específicas para llevar a cabo las funciones inherentes a dichos puestos, de conformidad con los procedimientos aplicables y siempre dentro de los lineamientos que regulan la protección de las personas y la seguridad de las fuentes.

**3.2 Entrenamiento periódico:** Proceso encaminado a garantizar que la aptitud del encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica, y el personal ocupacionalmente expuesto se mantenga, y se refuercen las competencias requeridas para el desempeño seguro de las funciones de su puesto, considerando actualizaciones en procedimientos, modificaciones en equipos e instalaciones, experiencia acumulada, e innovaciones tecnológicas.

**3.3 Comisión:** La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

#### 4. Requisitos generales

**4.1** El personal ocupacionalmente expuesto (POE), que labore o pretenda laborar en instalaciones radiactivas, actividades o prácticas reguladas por la Comisión, debe, mediante la documentación oficial respectiva, demostrar un nivel de escolaridad al menos de educación básica (secundaria).

**4.2** Los cursos de entrenamiento inicial y periódicos para el encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica y personal ocupacionalmente expuesto, referidos en las secciones 5 y 6 de esta norma, deben contar con el reconocimiento de la Comisión antes de su aplicación. Según sea el caso, deben incluir los temas y prácticas que se estipulan en los apéndices de la presente norma.

#### 5. Entrenamiento inicial

**5.1** Encargado de seguridad radiológica y auxiliar del encargado de seguridad radiológica clases A y B

**5.1.1** Debe demostrar ante la Comisión, presentando la documentación apropiada, haber aprobado un curso avanzado de protección radiológica con una duración mínima de 144 horas, de las cuales se deben dedicar al menos 104 horas de teoría y 40 horas de práctica, que cubra los temas establecidos en el Apéndice A de esta norma.

**5.1.2** El egresado de este curso debe ser capaz de identificar y resolver satisfactoriamente los requisitos de protección radiológica en el diseño, la construcción, operación, modificación, cese de operaciones, desmantelamiento y cierre definitivo de una instalación radiactiva tipo I-A, I-B, II-A, o II-B.

**5.2** Encargado de seguridad radiológica clase C

**5.2.1** Debe demostrar ante la Comisión el entrenamiento suficiente sobre protección radiológica en el uso específico que se dé a las fuentes de radiación ionizante en la instalación donde fungirá como tal, presentando la documentación apropiada de dicho entrenamiento, o demostrar haber aprobado un curso de protección radiológica con una duración mínima de 80 horas, de las cuales se deben dedicar al menos 58 horas de teoría y 22 horas de práctica, que cubra los temas establecidos en el Apéndice B de esta norma.

**5.2.2** El egresado de este curso debe ser capaz de identificar y resolver satisfactoriamente los requisitos de protección radiológica en el diseño, la construcción, operación, modificación, cese de operaciones, desmantelamiento y cierre definitivo de una instalación radiactiva tipo I-C o II-C.

**5.3 Personal ocupacionalmente expuesto**

**5.3.1** Debe demostrar ante la Comisión, presentando la documentación apropiada, haber aprobado:

**5.3.1.1** Un curso sobre protección radiológica, con una duración mínima de 40 horas, de las cuales, se deben dedicar al menos 24 horas de teoría y 16 horas de práctica, que cubra los temas establecidos en las secciones C.2 y C.3 del Apéndice C de esta norma, y

**5.3.1.2** Un curso de entrenamiento en el manual de seguridad radiológica y en el plan de emergencia específicos de la instalación, cuya duración y contenido deben ser adecuados al nivel de riesgo de la práctica. Este curso debe ser impartido por el Encargado de Seguridad Radiológica.

**5.3.2** El egresado del curso sobre protección radiológica, referido en el numeral 5.3.1.1, debe ser capaz de demostrar el conocimiento de los conceptos de actividad; radiación ionizante y su interacción con la materia; principios de detección de la radiación; efectos biológicos; diferencia entre exposición a la radiación y contaminación; rutas de incorporación del material radiactivo en el ser humano; diferencia entre dosis absorbida y equivalente de dosis; sistema para limitación de dosis; factores de protección radiológica (tiempo, distancia y blindaje); el concepto ALARA; los límites de dosis reglamentarios; los niveles de referencia, y la reglamentación aplicable en protección radiológica.

**5.3.3** El egresado del curso de entrenamiento en el manual de seguridad radiológica y en el plan de emergencia, referido en el numeral 5.3.1.2 debe ser capaz de demostrar:

**5.3.3.1** Conocimiento y aplicación correcta de los procedimientos e instrucciones contenidas en el manual de seguridad radiológica y en el plan de emergencia de la instalación, así como en los procedimientos específicos de acuerdo con la complejidad de la instalación.

**5.3.3.2** Conocimiento de la instalación y aplicación correcta de los procedimientos para realizar las tareas asignadas relacionadas con el manejo, uso y operación de las fuentes de radiación ionizante y de los dispositivos generadores de la misma.

**5.3.3.3** Conocimiento y aplicación correcta de los procedimientos para: el manejo de los detectores de radiación ionizante; el uso y manejo de los dosímetros y alarmas sonoras; la conducta en zonas controladas o restringidas; la limitación de dosis; la respuesta a emergencias; el uso de ropa y equipo de protección; el monitoreo radiológico personal y de áreas de trabajo; la detección oportuna de situaciones anormales de operación; la respuesta inmediata a incidentes y/o accidentes y su notificación correspondiente a los responsables de la instalación; la reducción de la generación de desechos radiactivos; la detección de contaminación de personal y de áreas de trabajo, y el monitoreo de descargas al drenaje y emisiones al ambiente.

**6. Entrenamiento periódico**

**6.1 Encargado de seguridad radiológica y auxiliar del encargado de seguridad radiológica**

**6.1.1** Las personas autorizadas por la Comisión para laborar como ESR y auxiliar del encargado de seguridad radiológica, deben aprobar un curso de actualización cada 5 años, con una duración mínima de 40 horas, de acuerdo con lo establecido en el Apéndice D de esta norma.

**6.1.2** El curso referido en el numeral 6.1.1 anterior debe ser adecuado al nivel de riesgo de la práctica autorizada e incluir la revisión y análisis de la normativa aplicable en la materia, el intercambio de la experiencia obtenida durante la operación de la instalación y las situaciones anormales que se hayan presentado en otras instalaciones o prácticas similares.

**6.1.3** El egresado de este curso debe ser capaz de identificar y resolver satisfactoriamente los requisitos de protección radiológica, tomando en cuenta los cambios desarrollados en la normativa aplicable, los cambios efectuados en su instalación, las actualizaciones en el manual de seguridad radiológica, el plan de emergencia y los avances tecnológicos.

**6.2 Personal ocupacionalmente expuesto**

**6.2.1** Las personas autorizadas por la Comisión para laborar como POE, deben demostrar haber aprobado un curso en protección radiológica de periodicidad anual, que cubra los temas propuestos en el Apéndice E de esta norma. La duración de este curso deberá ser adecuada al tipo y complejidad de la instalación específica.

**6.2.2** Este curso debe ser impartido por el encargado de seguridad radiológica de la instalación, y ser adecuado al nivel de riesgo de la práctica autorizada.

**6.2.3** El egresado de este curso debe ser capaz de demostrar la aplicación de los elementos necesarios para la ejecución apropiada de sus actividades, tomando en cuenta los cambios desarrollados en la normativa aplicable; los cambios efectuados en su instalación; las actualizaciones en el manual de seguridad radiológica; el plan de emergencia y los avances tecnológicos.

#### **APENDICE A (Normativo)**

### **CURSO AVANZADO DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA EL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA Y EL AUXILIAR DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA CLASES A Y B**

**A.1** La duración del curso debe ser de por lo menos 144 horas y comprenderá los siguientes temas:

**A.2** Teoría 104 horas totales.

**A.2.1** Teoría sobre temas genéricos (80 horas).

1. Antecedentes, funciones y atribuciones de la Comisión.
2. Repaso de los temas de matemáticas que se usarán en el curso.
3. Introducción a la física nuclear. Reacciones nucleares. Fisión nuclear.
4. Física de las radiaciones. Radiación ionizante. Radiactividad. Leyes del decaimiento radiactivo.
5. Fuentes de radiaciones ionizantes (naturales y artificiales).
6. Interacción de la radiación con la materia. Cálculo de blindajes.
7. Magnitudes y unidades utilizadas en Protección Radiológica.
8. Detección y medición de la radiación ionizante. Principios físicos. Sistemas para detección y medición electrónica. Espectrometría. Medición de la actividad. Análisis espectral. Tratamiento de datos experimentales. Estadística de conteo. Límite inferior de detección.
9. Efectos biológicos de la radiación ionizante. Factores de riesgo.
10. Exposición y contaminación (interna y externa).
11. Riesgos radiológicos asociados a las diferentes prácticas.
12. Dosimetría de la radiación ionizante. Dosimetría externa. Dosimetría personal. Dosimetría interna. Determinación de la contaminación interna. Estimaciones de dosis (interna y externa).
13. Protección Radiológica:
  - a) Conceptos Básicos. Bases biológicas. Sistema para limitación de dosis: justificación, optimización (concepto ALARA), limitación de dosis individuales y colectivas. Aplicación del sistema para limitación de dosis. Exposiciones normales y potenciales. Límites de dosis y criterios para su establecimiento. Niveles de referencia: niveles de registro, de investigación y de intervención. Acciones de protección y de mitigación.
  - b) Protección radiológica ocupacional. Término fuente. Clasificación de áreas. Control de la exposición y contaminación. Equipo y ropa de protección radiológica. Equipos y dispositivos para minimizar la exposición y contaminación. Técnicas y procesos de descontaminación. Descontaminación del personal.
  - c) Protección radiológica para el público. Limitación del vertimiento de efluentes. Estimación de dosis a la población.
14. Gestión de los desechos radiactivos producidos en la industria, medicina e investigación.

15. Reglamentación y normativa nacional, internacional y Normas Básicas de Seguridad y de Gestión de Desechos del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
16. Objetivo de los Informes de Seguridad Radiológica, del Programa de Seguridad Radiológica, del manual de seguridad radiológica y de las Memorias de Cálculo. Estructura, características y contenido.
17. Transporte de materiales radiactivos. Reglamento para el transporte seguro de material radiactivo.
18. Diferentes tipos de instalaciones radiactivas: fuentes de radiación ionizante comúnmente utilizadas y características del diseño de las instalaciones.
19. Emergencias. Accidente radiológico. Acciones de protección y mitigación.

**A.2.2** Temas teóricos para los diferentes tipos de instalaciones radiactivas (24 horas).

1. Clasificación.
2. Fuentes radiactivas comúnmente utilizadas.
3. Riesgos radiológicos asociados.
4. Análisis de riesgos.
5. Accidentes previsibles.
6. Estructura y contenido del análisis de riesgos.
7. Características y requisitos reglamentarios.
8. Diseño de blindajes.
9. Criterios generales de diseño, construcción, modificación y operación.

**A.3** Prácticas (40 horas).

1. Características y uso del equipo portátil de detección de radiación y contaminación radiactiva.
2. Verificación y calibración de los equipos detectores de radiación y contaminación radiactiva.
3. Sistemas de conteo. Determinación del límite inferior de detección. Determinación experimental de la eficiencia del equipo detector de radiación.
4. Espectrometría gamma. Analizadores multicanal. Cálculo de la actividad.
5. Blindajes.
6. Prescripción de equipo de protección radiológica y dosimetría personal.
7. Identificación de contaminantes. Procesos de descontaminación. Cálculo de factores de descontaminación.
8. Levantamiento de niveles de radiación y de contaminación. Clasificación de áreas y señalizaciones.
9. Prueba de fuga de fuentes selladas.
10. Preparación de un bulto para su transporte. Actividad, radioisótopos, índice de transporte, rapidez de exposición, contaminación, tipo de bulto, categoría.
11. Gestión de desechos. Segregación y clasificación.
12. Estimación de la liberación de material radiactivo y la dosis a la población y a los grupos críticos de la población.
13. Diseño de una instalación (incluyendo la elaboración del Informe de Seguridad Radiológica, memorias de cálculo y procedimientos). Al menos se deben considerar las

siguientes instalaciones: acelerador lineal para uso médico, radiofarmacia y radiografía industrial.

14. Simulacros de accidentes. Al menos incluir contaminación de personal, áreas y equipo, rescate de una fuente sellada, haciendo énfasis en las medidas de acción y mitigación.

#### A.4 Evaluación del curso.

### APENDICE B (Normativo)

#### CURSO DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA EL ENTRENAMIENTO DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA CLASE C

**B.1** La duración del curso debe ser de por lo menos 80 horas y comprenderá los siguientes temas:

**B.2** Teoría 58 horas totales.

**B.2.1** Teoría sobre temas genéricos (42 horas).

1. Antecedentes, funciones y atribuciones de la Comisión.
2. Repaso de los temas de matemáticas que se usarán en el curso.
3. Introducción a la física nuclear.
4. Fuentes de radiación.
5. Interacción de la radiación con la materia.
6. Magnitudes y unidades utilizadas en protección radiológica.
7. Detección y medición de la radiación.
8. Efectos biológicos de la radiación.
9. Irradiación y contaminación (interna y externa).
10. Reglamentación y normativa nacional, internacional y normas básicas de seguridad del OIEA.
11. Dosimetría de la radiación.
12. Protección radiológica ocupacional.
13. Protección radiológica para el público.
14. Gestión de desechos radiactivos.
15. Objetivo de los Informes de Seguridad Radiológica y del manual de seguridad radiológica.
16. Riesgos radiológicos asociados a las diferentes prácticas.
17. Transporte de materiales radiactivos.
18. Diferentes tipos de instalaciones radiactivas.
19. Emergencias radiológicas.

**B.2.2** Temas teóricos para los diferentes tipos de instalaciones radiactivas (16 horas).

1. Clasificación.
2. Fuentes radiactivas comúnmente utilizadas.
3. Riesgos radiológicos asociados.
4. Análisis de riesgos.
5. Accidentes previsibles.
6. Estructura y contenido del análisis de riesgos.
7. Características y requisitos reglamentarios.
8. Diseño de blindajes.
9. Criterios generales de diseño, construcción, modificación y operación.

**B.3** Prácticas (22 horas).

1. Características y uso de equipo portátil para detección de radiación y contaminación.
2. Calibración y verificación de los equipos detectores de radiación y contaminación.
3. Equipo de protección radiológica y dosimetría personal.
4. Blindajes.
5. Técnicas para descontaminación.

6. Levantamiento de niveles de radiación y contaminación.
7. Pruebas para fuga de fuentes selladas.
8. Diseño de instalaciones radiactivas.
9. Simulacros de accidentes. Al menos incluir contaminación de personal, áreas y equipo, rescate de una fuente sellada, haciendo énfasis en las medidas de acción y mitigación.

**B.4** Evaluación del curso.

**APENDICE C (Normativo)**

**CURSO DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA EL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO EN INSTALACIONES RADIATIVAS**

**C.1** La duración del curso debe ser de por lo menos 40 horas y comprenderá los siguientes temas:

**C.2** Teoría (24 horas).

1. Estructura atómica y nuclear.
2. Las radiaciones ionizantes. Origen y características.
3. Interacción de la radiación con la materia.
4. Magnitudes y unidades utilizadas en protección radiológica.
5. Exposición, contaminación y dosis interna y externa.
6. Detección y medición de la radiación ionizante. Dosimetría. Principios, instrumentos y medidas.
7. Efectos biológicos de la radiación ionizante.
8. Riesgos asociados con la exposición ocupacional. Límite de dosis. Consideraciones especiales de la exposición de la mujer en edad reproductiva y de los estudiantes.
9. Objetivo de la protección radiológica. Sistema para limitación de dosis. Concepto ALARA.
10. Control de la exposición y contaminación. Factores de protección radiológica (tiempo, distancia y blindaje). Equipo y ropa para protección radiológica.
11. Manejo de los desechos radiactivos.
12. Protección Radiológica Operacional en instalaciones radiactivas y en el transporte de materiales radiactivos.
13. Legislación y normativa que es importante que el personal ocupacionalmente expuesto conozca por tener implicaciones sobre el desarrollo de su trabajo en las instalaciones radiactivas.

**C.3** Prácticas (16 horas).

1. Uso de equipo detector de radiación. Verificación del funcionamiento.
2. Aplicación de los factores de protección radiológica (Tiempo, distancia y blindaje).
3. Uso de equipo y ropa para protección radiológica y respiratoria.
4. Detección, control de la contaminación y descontaminación de superficies.

5. Blindajes.
6. Monitoreo personal.
7. Búsqueda de fuentes.

#### C.4 Evaluación del curso.

### APENDICE D (Normativo)

#### CURSO QUINQUENAL EN PROTECCION RADIOLOGICA PARA EL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA Y EL AUXILIAR DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA

D.1 La duración del curso debe ser de por lo menos 40 horas y comprenderá los siguientes temas:

1. Repaso y actualización de conceptos de Protección Radiológica.
2. Revisión y análisis de la normativa aplicable.
3. Análisis de accidentes radiológicos.
4. Discusión y estudio de casos sucedidos en las instalaciones de los participantes y en otras similares.
5. Simulacros de accidentes en instalaciones radiactivas.
6. Prácticas de laboratorio.
7. Evaluación del curso.

### APENDICE E (Normativo)

#### CURSO ANUAL EN PROTECCION RADIOLOGICA PARA PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO

E.1 La duración del curso dependerá del tipo y complejidad de la instalación y comprenderá los siguientes temas:

1. Repaso de conceptos básicos.
2. Revisión de la normativa aplicable.
3. Simulacros de accidentes en instalaciones radiactivas.
4. Estudio y aplicación de la versión vigente del manual de seguridad radiológica y plan de emergencia de la instalación específica.
5. Discusión de situaciones anómalas que se presentaron en la instalación.
6. Evaluación del curso.

#### 7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional ni mexicana, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

#### 8. Bibliografía

- 8.1 International Atomic Energy Agency. Recommendations for the Safe Use and Regulation of Radiation Sources in Industry, Medicine, Research and Teaching. Safety Series No. 102. Vienna, Austria, 1990.

- 8.2 International Atomic Energy Agency. Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources. Safety Report Series No 20. Vienna, Austria, 2001.
- 8.3 Organismo Internacional de Energía Atómica. Curso de Enseñanza de Postgrado sobre Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación. Colección Cursos de Capacitación No. 18/s. Viena, Austria, 2003.
- 8.4 National Council on Radiation Protection and Measurements. Operational Radiation Safety Training. NCRP Report No. 134, 2000.
- 8.5 Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Diario Oficial de la Federación, 1 de julio de 1992 y sus reformas.
- 8.6 Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Diario Oficial de la Federación, 14 de enero de 1999.

### 9. Evaluación de la conformidad

- 9.1 La evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana se realizará por parte de la Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y/o por las personas acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.
- 9.2 El procedimiento para la evaluación de la conformidad incluirá lo siguiente:
  - 9.2.1 Materiales. Deberá efectuarse una revisión de los materiales didácticos utilizados para la realización de las etapas teóricas de cada curso. En lo que corresponde a las etapas prácticas, deberá verificarse que el material auxiliar (herramientas, maquetas, equipos y simuladores de instalaciones), es apropiado y su utilización sea adecuada. La verificación de materiales y equipos destinados para el entrenamiento, deberá efectuarse previamente a la realización de cada curso.
  - 9.2.2 Proceso. Deberá presenciarse al menos una clase teórica y una práctica del curso a verificar, determinándose en esta forma, si dichas actividades son suficientes, congruentes y están apropiadamente conducidas.
  - 9.2.3 Procedimiento de evaluación del aprovechamiento. Deberán verificarse visual y documentalmente las actividades de evaluación, en las etapas teóricas y prácticas del curso.

### 10. Vigilancia

Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, y corresponde a la Secretaría Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, la vigilancia de su cumplimiento.

### 11. Transitorios

**PRIMERO.-** La presente Norma Oficial Mexicana modifica y sustituye a la NOM-031-NUCL-1999, Requerimientos para la calificación y entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 1999, y entrará en vigor a los sesenta días naturales de ser publicada como Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** Lo establecido en el numeral 6.1.1 de esta Norma entrará en vigor a los 270 días naturales después de la entrada en vigor de la presente norma. Lo anterior con la finalidad de que los permisionarios tomen las previsiones necesarias para cumplir con lo indicado en dicho numeral.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 14 de julio de 2011.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Juan Eibenschutz Hartman**.- Rúbrica.

**NORMA Oficial Mexicana NOM-039-NUCL-2011, Especificaciones para la exención de prácticas y fuentes adscritas a alguna práctica, que utilizan fuentes de radiación ionizante, de alguna o de todas las condiciones reguladoras.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-039-NUCL-2011, ESPECIFICACIONES PARA LA EXENCION DE PRACTICAS Y FUENTES ADSCRITAS A ALGUNA PRACTICA, QUE UTILIZAN FUENTES DE RADIACION IONIZANTE, DE ALGUNA O DE TODAS LAS CONDICIONES REGULADORAS.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con fundamento en los artículos 17 y 33 fracción XIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 4, 18 fracción III, 21 y 50 fracciones I y XI de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 1, 38 fracciones II y III, 40 fracciones I y XVII, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3, 4, 7 y 37 del Reglamento General de Seguridad Radiológica; 3 fracción VI inciso b), 33, 34 fracciones XVI, XIX, XXII y XXIV, 37 y 39 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

#### CONSIDERANDO

**Primero.** Que con fecha 9 de febrero de 2011, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-039-NUCL-1999, Especificaciones para la exención de fuentes de radiación ionizante y de prácticas que las utilicen, que se le denominó "PROY-NOM-039-NUCL-2010, Especificaciones para la exención de prácticas o fuentes adscritas a alguna práctica, que utilizan fuentes de radiación ionizante, de alguna o de todas las condiciones reguladoras", a efecto de recibir comentarios de los interesados.

**Segundo.** Que transcurrido el plazo de 60 días a que se refiere el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para recibir los comentarios mencionados en el considerando anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias analizó los comentarios recibidos y, en los casos que estimó procedente, realizó las modificaciones al proyecto en cita.

**Tercero.** Que con fecha 31 de agosto de 2011, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios antes referidos, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**Cuarto.** Que en atención a lo expuesto en los considerandos anteriores y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-039-NUCL-2011, ESPECIFICACIONES PARA LA EXENCION DE PRACTICAS O FUENTES ADSCRITAS A ALGUNA PRACTICA, QUE UTILIZAN FUENTES DE RADIACION IONIZANTE, DE ALGUNA O DE TODAS LAS CONDICIONES REGULADORAS**

#### PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron representantes de las siguientes dependencias, instituciones, asociaciones y empresas:

SECRETARIA DE ENERGIA

- Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares.
- Unidad de Asuntos Jurídicos/Dirección de Estudios y Consultas.

SECRETARIA DE GOBERNACION

- Dirección General de Protección Civil.

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

- Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

- Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas.

COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS

INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION "SALVADOR ZUBIRAN"

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO

- Hospital Regional Adolfo López Mateos.

SOCIEDAD MEXICANA DE MEDICINA NUCLEAR, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE RADIOTERAPEUTAS, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA, A.C.

ABC INSTRUMENTACION ANALITICA, S.A. DE C.V.

CONTROL DE RADIACIONES E INGENIERIA, S.A. DE C.V.

GARANTIA DE CALIDAD EN LA APLICACION DE RADIACIONES, A.C.

MEDIDORES INDUSTRIALES Y MEDICOS, S.A. DE C.V.

NUCLEAR INGENIERIA, S.A. DE C.V.

RADIACION APLICADA A LA INDUSTRIA, S.A. DE C.V.

SERVICIOS INTEGRALES PARA LA RADIACION, S.A. DE C.V.

**INDICE**

**0.** Introducción

**1.** Objetivo

**2.** Campo de aplicación

**3.** Definiciones

**4.** Especificaciones para la exención

Apéndice A (Normativo) Concentración de actividad y actividad exenta para cada radionúclido

Apéndice B (Normativo) Solicitud para exención condicional de productos de consumo

Apéndice C (Normativo) Información para solicitar la exención condicional de fuentes y de prácticas

**5.** Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas

**6.** Bibliografía

**7.** Evaluación de la conformidad

8. Observancia

9. Vigencia

## 0. Introducción

En algunas prácticas que utilizan fuentes, existen situaciones en las cuales la cantidad de material radiactivo o el nivel de la radiación ionizante es tal que, los riesgos no representan un peligro para la población ni para el ambiente por lo que es innecesario e impráctico el establecer controles reguladores relacionados con la seguridad radiológica para esas fuentes. Por tal motivo, esta norma establece las condiciones por las cuales se exentarán las prácticas y fuentes de algunos o todos los controles reguladores establecidos por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

### 1. Objetivo

Establecer las especificaciones para exentar prácticas y fuentes.

### 2. Campo de aplicación

Esta Norma aplica a prácticas y fuentes adscritas a prácticas que por sus características e intensidad puedan quedar exentas de todos o parte de los controles reguladores establecidos por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Quedan fuera del alcance de esta norma los equipos generadores de radiación ionizante utilizados con fines de diagnóstico médico, el material radiactivo de origen natural y el transporte de material radiactivo.

### 3. Definiciones

Para efectos de la presente Norma se entiende por:

**3.1 Comisión:** La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

**3.2 Exención:** Acto de autoridad mediante el cual la Comisión establece qué prácticas o fuentes no requieren sujetarse a algunos o todos los controles reguladores establecidos por la misma.

**3.3 Fuente:** Cualquier instalación, dispositivo o situación que pueda causar exposición a la radiación ya sea por la emisión de radiación ionizante o por la liberación de sustancias o materiales radiactivos.

**3.4 Práctica:** Cualquier actividad humana que introduce fuentes de exposición o vías de exposición adicionales o extiende la exposición a más personas o modifica el conjunto de vías de exposición debidas a las fuentes existentes, de forma que aumente la exposición o la probabilidad de exposición de personas o el número de las personas expuestas.

**3.5 Productos de consumo:** Artículo que contiene material radiactivo, fácilmente disponible en el mercado para cualquier miembro de la población sin que se imponga requisito alguno para su comercialización relativo a las fuentes de radiación que pueda contener, ejemplos de algunos de estos artículos son: los detectores de humo, las lámparas con material radiactivo, los cuadrantes luminosos y los tubos generadores de iones.

**3.6 Dispensa:** Acto mediante el cual la Comisión libera del control regulador a los residuos radiactivos, provenientes de prácticas autorizadas.

**3.7 Radionúclido:** Es un átomo cuyo núcleo es inestable debido a que su proporción de neutrones es mayor o menor al número de protones, por lo tanto, dicho núcleo al tender hacia el equilibrio emitirá radiación en forma de ondas o partículas.

### 4. Especificaciones para la exención

#### 4.1 Criterios de exención

Para exentar una práctica o fuente se tienen que cumplir los siguientes criterios de exención en todas las situaciones que impliquen exposición al público:

**4.1.1** El equivalente de dosis efectiva para cualquier miembro del público debido a la práctica o fuente debe ser menor o igual a 10  $\mu\text{Sv}$  en un año, y

**4.1.2** El equivalente de dosis efectiva colectiva comprometida resultante de un año de realización de la práctica no supere 1 Sv-persona o que una evaluación de la optimización de la protección radiológica demuestre que la exención es la opción óptima.

#### **4.2** Exención incondicional

**4.2.1** Cualquier fuente adscrita a una práctica que contenga material radiactivo y que cumpla con alguno de los siguientes criterios quedará exenta incondicionalmente:

**4.2.1.1** Las fuentes con un solo radionúclido y la actividad máxima en cualquier momento sea igual o menor al límite establecido en la columna 2 del Apéndice A para dicho radionúclido; o

**4.2.1.2** Las fuentes con un solo radionúclido y la concentración máxima en cualquier momento sea igual o menor al límite establecido en la columna 1 del Apéndice A para dicho radionúclido; o

**4.2.1.3** Las fuentes con varios radionúclidos que cumplan con alguna de las siguientes relaciones:

$$\sum_i \frac{A_i}{L_{Ai}} \leq 1 \text{ o } \sum_i \frac{C_i}{L_{Ci}} \leq 1$$

Donde  $A_i$  es la actividad y  $C_i$  la concentración de actividad para el radionúclido  $i$  según corresponda y  $L_{Ai}$  es el límite de actividad (columna 2) y  $L_{Ci}$  es el límite de concentración de actividad (columna 1), para el radionúclido  $i$ , tomado del Apéndice A.

En el análisis para demostrar el cumplimiento de alguno de los tres criterios anteriores no deben incluirse: los residuos dispensados, el material radiactivo contenido en los productos de consumo, ni las fuentes selladas o abiertas exentas condicionalmente que se encuentren en la instalación.

**4.2.2** En el caso de equipos generadores de radiación ionizante se considerarán exentos incondicionalmente a aquellos que cumplan con alguno de los siguientes criterios:

**4.2.2.1** En condiciones normales de operación no produzcan una rapidez de equivalente de dosis ambiental o una rapidez de equivalente de dosis direccional, según sea el caso, superior a 1  $\mu\text{Sv/h}$  a una distancia de 0.1 m medida desde cualquier superficie accesible del dispositivo; o bien

**4.2.2.2** La energía máxima de la radiación producida no sea superior a 5 keV.

#### **4.3** Exención de fuentes que utilicen residuos dispensados.

Las fuentes adscritas a prácticas que utilicen residuos radiactivos que hayan sido dispensados conforme a la normativa aplicable, estarán exentas del control regulador siempre y cuando se cumpla con las condiciones bajo las cuales se dispensaron.

#### **4.4** Exención Condicional

**4.4.1** Podrá obtenerse la autorización de exención condicional por parte de la Comisión y quedará bajo vigilancia de la misma, cualquier fuente adscrita a una práctica que no cumpla con los criterios de exención incondicional indicados en el numeral 4.2, pero que se demuestre a la Comisión que se cumple con los criterios de exención establecidos en el numeral 4.1 bajo las condiciones previstas de uso del material radiactivo tanto en condiciones normales como las que accidentalmente puedan presentarse.

**4.4.2** Podrán quedar exentos los productos de consumo que no cumplan con los criterios de exención incondicional indicados en el numeral 4.2 si, antes de su fabricación o importación, se obtiene la autorización correspondiente, previa demostración ante la Comisión del cumplimiento de los siguientes criterios:

**4.4.2.1** El producto de consumo presenta ventajas, que en relación con su riesgo potencial, justifican su utilización dentro del país;

**4.4.2.2** El material radiactivo se presenta como una fuente sellada;

**4.4.2.3** Bajo condiciones normales de operación, no cause una rapidez de equivalente de dosis ambiental o una rapidez de equivalente de dosis direccional, según el caso, superior a 1  $\mu\text{Sv/h}$  a una distancia de 0.1 m medida desde cualquier superficie accesible al producto de consumo; y

**4.4.2.4** Se han establecido previsiones para, en la medida de lo posible, lograr su recuperación una vez concluida su vida útil.

En el Apéndice B (Normativo) se establece el procedimiento y la información que se debe entregar a la Comisión para obtener la autorización de exención condicional de un producto de consumo.

#### APENDICE A (NORMATIVO)

#### ONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD Y ACTIVIDAD EXENTA PARA CADA ONCENTRACIÓN

Tabla 1

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	ONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
<sup>3</sup> H y Compuestos tritados	1 X 10 <sup>9</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
<sup>7</sup> B	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>10</sup> Be	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>11</sup> C	1 x 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>11</sup> C monóxido	1 x 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
<sup>11</sup> C dióxido	1 x 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
<sup>14</sup> C	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>14</sup> C monóxido	1 X 10 <sup>12</sup>	1 X 10 <sup>11</sup>
<sup>14</sup> C dióxido	1 X 10 <sup>10</sup>	1 X 10 <sup>11</sup>
<sup>13</sup> N	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
<sup>19</sup> Ne	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
<sup>15</sup> o	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
<sup>18</sup> F	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>22</sup> Na	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>24</sup> Na	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>28+</sup> Mg	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>26</sup> Al	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>31</sup> Si	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>32</sup> Si	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>32</sup> P	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>33</sup> P	1 X 10 <sup>8</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>
<sup>35</sup> S	1 X 10 <sup>8</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>
<sup>35</sup> S (vapor)	1 X 10 <sup>9</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
<sup>36</sup> Cl	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>38</sup> Cl	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>39</sup> Cl	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>37</sup> Ar	1 X 10 <sup>9</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	ONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
$^{39}\text{Ar}$	$1 \times 10^{10}$	$1 \times 10^4$
$^{41}\text{Ar}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{40}\text{K}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{42}\text{K}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{43}\text{K}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{44}\text{K}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{45}\text{K}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{41}\text{Ca}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{45}\text{Ca}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{47}\text{Ca}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{43}\text{Sc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{44}\text{Sc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{44\text{m}}\text{Sc}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{46}\text{Sc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{47}\text{Sc}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{48}\text{Sc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{49}\text{Sc}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{44+}\text{Ti}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{45}\text{Ti}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{47}\text{V}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{48}\text{V}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{49}\text{V}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
$^{48}\text{Cr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{49}\text{Cr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{51}\text{Cr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{52}\text{Fe}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{55}\text{Fe}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^6$
$^{59}\text{Fe}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{60+}\text{Fe}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{51}\text{Mn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{52}\text{Mn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{52\text{m}}\text{Mn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{53}\text{Mn}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^9$
$^{54}\text{Mn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{56}\text{Mn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{55}\text{Co}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{56}\text{Co}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{57}\text{Co}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{58}\text{Co}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{58\text{m}}\text{Co}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{60}\text{Co}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{60\text{m}}\text{Co}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$

$^{61}\text{Co}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{62\text{m}}\text{Co}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{56}\text{Ni}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{57}\text{Ni}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{59}\text{Ni}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^8$
$^{63}\text{Ni}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^8$
$^{65}\text{Ni}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{67}\text{Ni}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{60}\text{Cu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{61}\text{Cu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{64}\text{Cu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{67}\text{Cu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{62}\text{Zn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$

$^{63}\text{Zn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{65}\text{Zn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{69}\text{Zn}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^6$
$^{69\text{m}}\text{Zn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{71\text{m}}\text{Zn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{72}\text{Zn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{66}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{67}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{68+}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{69}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{71}\text{Ge}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^8$
$^{75}\text{Ge}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{77}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{78}\text{Ge}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{65}\text{Ga}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{66}\text{Ga}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{67}\text{Ga}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{68}\text{Ga}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{70}\text{Ga}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{72}\text{Ga}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{73}\text{Ga}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{69}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{70}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{71}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{72}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{73}\text{As}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{74}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{76}\text{As}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{77}\text{As}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{78}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{70}\text{Se}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$

$^{73}\text{Se}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{73\text{m}}\text{Se}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{75}\text{Se}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{79}\text{Se}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{81}\text{Se}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{81\text{m}}\text{Se}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{83}\text{Se}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{74}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{74\text{m}}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{75}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{76}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{77}\text{Br}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{80}\text{Br}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{80\text{m}}\text{Br}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{82}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{83}\text{Br}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{84}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{74}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{76}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{77}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{79}\text{Kr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{81}\text{Kr}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{81\text{m}}\text{Kr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^{10}$
$^{83\text{m}}\text{Kr}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^{12}$
$^{85}\text{Kr}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^4$
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^{10}$
$^{87}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{88}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{80}\text{Sr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{81}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{82+}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{83}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^2$
$^{85}\text{Sr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{85\text{m}}\text{Sr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{87\text{m}}\text{Sr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{89}\text{Sr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{90+}\text{Sr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^4$
$^{91}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{92}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{86}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{86\text{M}}\text{Y}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{87+}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{88}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{90}\text{Y}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$

$^{90}\text{M}_y$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{91}\text{Y}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{91}\text{M}_y$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{92}\text{Y}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{93}\text{Y}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{94}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{95}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{79}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{81}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$

$^{81}\text{m}_\text{Rb}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{82}\text{m}_\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{83+}\text{Rb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{84}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{86}\text{Rb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{87}\text{Rb}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{88}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{89}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{86}\text{Zr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{88}\text{Zr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{89}\text{Zr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{93+}\text{Zr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{95}\text{Zr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{97+}\text{Zr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{88}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{89}\text{Nb}$ (2.03 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{89}\text{Nb}$ (1.01 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{90}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{93}\text{m}_\text{Nb}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{94}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{95}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{95}\text{m}_\text{Nb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{96}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{97}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{98}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{93-}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{93}\text{m}_\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{94-}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{94}\text{m}_\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{95-}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{95}\text{m}+\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{96-}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{96}\text{m}_\text{Tc}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{97-}\text{Tc}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^8$
$^{97}\text{m}_\text{Tc}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$

$^{98}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{99}\text{Tc}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{101}\text{Tc}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{104}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{90}\text{Mo}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{93}\text{Mo}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^8$
$^{93\text{m}}\text{Mo}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{99}\text{Mo}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{101}\text{Mo}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{94}\text{Ru}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{97}\text{Ru}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{103}\text{Ru}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{105}\text{Ru}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{106+}\text{Ru}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{99}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{99\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{100}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{101}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{101\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{102}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{102\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{103\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^8$
$^{105}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{106\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{107}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{100}\text{Pd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{101}\text{Pd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{103}\text{Pd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^8$
$^{107}\text{Pd}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^8$
$^{109}\text{Pd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{104}\text{Cd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{107}\text{Cd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{109}\text{Cd}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^6$
$^{113}\text{Cd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{113\text{m}}\text{Cd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{115}\text{Cd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{115\text{m}}\text{Cd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{117}\text{Cd}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{117\text{m}}\text{Cd}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{102}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{103}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{104}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{104\text{m}}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$

$^{105}\text{Ag}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{106}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{106\text{m}}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{108\text{m}+}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{111}\text{Ag}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{112}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{115}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{109}\text{In}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{110}\text{In}$ (4.9 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{110}\text{In}$ (69.1 minutos)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{111}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{112}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{113\text{m}}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{114}\text{In}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{114\text{m}}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{115}\text{In}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{115\text{m}}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{116\text{m}}\text{In}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{117}\text{In}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{117\text{m}}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{119\text{m}}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{110}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{111}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{113}\text{Sn}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{117\text{m}}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{119\text{m}}\text{Sn}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{121}\text{Sn}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^7$
$^{121\text{m}+}\text{Sn}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{123}\text{Sn}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{123\text{m}}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{125}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{126+}\text{Sn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{127}\text{Sn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{128}\text{Sn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{115}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{116}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{116\text{m}}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{117}\text{Sb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{118}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{119}\text{Sb}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{120}\text{Sb}$ (5.76 días)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{120}\text{Sb}$ (15.89 minutos)	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$

$^{122}\text{Sb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^4$
$^{124}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{124\text{m}}\text{Sb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{125}\text{Sb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{126}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{126\text{m}}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{127}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{128}\text{Sb}$ (9.01 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{128}\text{Sb}$ (10.4 minutos)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{129}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{130}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{131}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{120}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{120\text{M}}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{123}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{124}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{125}\text{I}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{126}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{128}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{129}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{130}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{131}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{132}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{132\text{M}}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{133}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{134}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{135}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{125}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{127}\text{Cs}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{129}\text{Cs}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{130}\text{Cs}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{131}\text{Cs}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{132}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{134\text{m}}\text{Cs}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{134}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{135\text{m}}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{135}\text{Cs}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{136}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{137+}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{138}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{116}\text{Te}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{121}\text{Te}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{121\text{m}}\text{Te}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{123}\text{Te}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$

$^{123}\text{Te}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{125\text{m}}\text{Te}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{127}\text{Te}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{127\text{m}}\text{Te}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{129}\text{Te}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{129\text{m}}\text{Te}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{131}\text{Te}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{131\text{m}}\text{Te}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{132}\text{Te}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{133}\text{Te}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{133\text{m}}\text{Te}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{134}\text{Te}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{120}\text{Xe}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{121}\text{Xe}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{122+}\text{Xe}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{123}\text{Xe}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{125}\text{Xe}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^9$
$^{127}\text{Xe}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{129\text{m}}\text{Xe}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$
$^{131\text{m}}\text{Xe}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^4$
$^{133\text{m}}\text{Xe}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$
$^{133}\text{Xe}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$
$^{135}\text{Xe}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^{10}$
$^{138}\text{Xe}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{134}\text{Ce}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{135}\text{Ce}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^3$
$^{137}\text{Ce}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{137\text{m}}\text{Ce}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^3$
$^{139}\text{Ce}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{141}\text{Ce}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{143}\text{Ce}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{144+}\text{Ce}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{126}\text{Ba}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{128}\text{Ba}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{131}\text{Ba}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{131\text{m}}\text{Ba}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{133}\text{Ba}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{133\text{m}}\text{Ba}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{135\text{m}}\text{Ba}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{137\text{m}}\text{Ba}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{139}\text{Ba}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{140+}\text{Ba}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{141}\text{Ba}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{142}\text{Ba}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$

131 <sub>La</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
132 <sub>La</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
135 <sub>La</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
137 <sub>La</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
138 <sub>La</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
140 <sub>La</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
141 <sub>La</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
152 <sub>La</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
143 <sub>La</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
136 <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
137 <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
138m <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
139 <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
142 <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
142m <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^{10}$	$1 \times 10^9$
143 <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^6$
144 <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
145 <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
147 <sub>Pr</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
141 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
143 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
144 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
145 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
146 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
147 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
148 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
148m <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
149 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
150 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
151 <sub>Pm</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
136 <sub>Nd</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
138 <sub>Nd</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
139 <sub>Nd</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
139m <sub>Nd</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
141 <sub>Nd</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
147 <sub>Nd</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
149 <sub>Nd</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
151 <sub>Nd</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
141 <sub>Sm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
141m <sub>Sm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
142 <sub>Sm</sub>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
145 <sub>Sm</sub>	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
146 <sub>Sm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
147 <sub>Sm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$

$^{151}\text{Sm}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^8$
$^{153}\text{Sm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{155}\text{Sm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{156}\text{Sm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{145}\text{Eu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{146}\text{Eu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{147}\text{Eu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{148}\text{Eu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{149}\text{Eu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{150}\text{Eu}$ (34.2 años)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{150}\text{Eu}$ (12.6 horas)	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{152}\text{Eu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{152m}\text{Eu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{154}\text{Eu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{155}\text{Eu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{156}\text{Eu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{157}\text{Eu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{158}\text{Eu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{145}\text{Gd}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{146+}\text{Gd}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{147}\text{Gd}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{148}\text{Gd}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{149}\text{Gd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{151}\text{Gd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{152}\text{Gd}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{153}\text{Gd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{159}\text{Gd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{147}\text{Tb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{149}\text{Tb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{150}\text{Tb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{151}\text{Tb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{153}\text{Tb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{154}\text{Tb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{155}\text{Tb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{156}\text{Tb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{156m}\text{Tb}$ (24.4 horas)	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{156m}\text{Tb}$ (5 horas)	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{157}\text{Tb}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{158}\text{Tb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{160}\text{Tb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{161}\text{Tb}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{155}\text{Dy}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{157}\text{Dy}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{159}\text{Dy}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$

165 <sub>Dy</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
166 <sub>Dy</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
155 <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
157 <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
159 <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
161 <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
162 <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
162m <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
164 <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
164m <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
166 <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
166m <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
167 <sub>Ho</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
161 <sub>Er</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
165 <sub>Er</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
169 <sub>Er</sub>	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
171 <sub>Er</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
172 <sub>Er</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
162 <sub>Tm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
166 <sub>Tm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
167 <sub>Tm</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
170 <sub>Tm</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
171 <sub>Tm</sub>	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^8$
172 <sub>Tm</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
173 <sub>Tm</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
175 <sub>Tm</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
162 <sub>Yb</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
166 <sub>Yb</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
167 <sub>Yb</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
169 <sub>Yb</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
175 <sub>Yb</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
177 <sub>Yb</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
178 <sub>Yb</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
169 <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
170 <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
171 <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
172 <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
173 <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
174 <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
174m <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
176 <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
176m <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
177 <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
177m <sub>Lu</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$

$^{178}\text{Lu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{178\text{m}}\text{Lu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{179}\text{Lu}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{172}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{173}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{174}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{175}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{176}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{177}\text{Ta}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{178}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{179}\text{Ta}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{180}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{180\text{m}}\text{Ta}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{182}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{182\text{m}}\text{Ta}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{183}\text{Ta}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{184}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{185}\text{Ta}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{186}\text{Ta}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{170}\text{Hf}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{172+}\text{Hf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{173}\text{Hf}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{175}\text{Hf}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{177\text{m}}\text{Hf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{178\text{m}}\text{Hf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{179\text{m}}\text{Hf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{180}\text{Hf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{181}\text{Hf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{182}\text{Hf}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{182\text{m}}\text{Hf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{183}\text{Hf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{184}\text{Hf}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{176}\text{W}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{177}\text{W}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{178+}\text{W}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{179}\text{W}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{181}\text{W}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{185}\text{W}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{187}\text{W}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{188+}\text{W}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{177}\text{Re}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{178}\text{Re}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{181}\text{Re}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{182}\text{Re}$ (64 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$

$^{182}\text{Re}$ (12.7 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{184}\text{Re}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{184\text{m}}\text{Re}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{186}\text{Re}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{186\text{m}}\text{Re}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{187}\text{Re}$	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$
$^{188}\text{Re}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{188\text{m}}\text{Re}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{189+}\text{Re}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{180}\text{Os}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{181}\text{Os}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{182}\text{Os}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{182}\text{Os}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{189\text{m}}\text{Os}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{191}\text{Os}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{191\text{m}}\text{Os}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{193}\text{Os}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{194\text{m}+}\text{Os}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{182}\text{Ir}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{184}\text{Ir}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{185}\text{Ir}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{186}\text{Ir}$ (15.8 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{186}\text{Ir}$ (1.75 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{187}\text{Ir}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{188}\text{Ir}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{189+}\text{Ir}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{190}\text{Ir}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{190\text{m}}\text{Ir}$ (3.1 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{190}\text{Ir}$ (1.2 horas)	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{192}\text{Ir}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{192\text{m}}\text{Ir}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{193\text{m}}\text{Ir}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{194}\text{Ir}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{194\text{m}}\text{Ir}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{195}\text{Ir}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{195\text{m}}\text{Ir}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{186}\text{Pt}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{188+}\text{Pt}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{189}\text{Pt}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{191}\text{Pt}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{193}\text{Pt}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{193\text{m}}\text{Pt}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{195\text{m}}\text{Pt}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{197}\text{Pt}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$

197m <sub>Pt</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
199 <sub>Pt</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
200 <sub>Pt</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
193 <sub>Hg</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
193m <sub>Hg</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
194 <sup>+</sup> <sub>Hg</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
195 <sub>Hg</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
195m <sup>+</sup> <sub>Hg</sub> (orgánico)	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
195m <sup>+</sup> <sub>Hg</sub> (inorgánico)	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
197 <sub>Hg</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
197m <sub>Hg</sub> (orgánico)	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
197m <sub>Hg</sub> (inorgánico)	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
199m <sub>Hg</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
203 <sub>Hg</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
193 <sub>Au</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
194 <sub>Au</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
195 <sub>Au</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
198 <sub>Au</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
198m <sub>Au</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
199 <sub>Au</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
200 <sub>Au</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
200m <sub>Au</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
201 <sub>Au</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
194 <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$
194m <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$
195 <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$
197 <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
198 <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$
198m <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$
199 <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
200 <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
201 <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
202 <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
204 <sub>Tl</sub>	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^4$
200 <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
201 <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
202 <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
203 <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
205 <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
206 <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
207 <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
210 <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
210m <sup>+</sup> <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
212 <sup>+</sup> <sub>Bi</sub>	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$

$^{213}\text{Bi}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{214}\text{Bi}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{195\text{m}}\text{Pb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{198}\text{Pb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{199}\text{Pb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{200}\text{Pb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{201}\text{Pb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{202}\text{Pb}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{202\text{m}}\text{Pb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{203}\text{Pb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{205}\text{Pb}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{209}\text{Pb}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^6$
$^{210+}\text{Pb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{211}\text{Pb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{212+}\text{Pb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{214}\text{Pb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{203}\text{Po}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{205}\text{Po}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{206}\text{Po}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{207}\text{Po}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{208}\text{Po}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{209}\text{Po}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{210}\text{Po}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{207}\text{At}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{211}\text{At}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{222}\text{Fr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{223}\text{Fr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{220+}\text{Rn}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{222+}\text{Rn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
$^{223+}\text{Ra}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{224+}\text{Ra}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{225}\text{Ra}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{226+}\text{Ra}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{227}\text{Ra}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{228+}\text{Ra}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{226+}\text{Th}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{227}\text{Th}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{228+}\text{Th}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{229+}\text{Th}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{230}\text{Th}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{231}\text{Th}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{232}\text{Th}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
Th-natural <sup>+</sup> (inc. $^{232}\text{Th}$ )sec	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$

234 <sup>+</sup> Th	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
224Ac	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
225 <sup>+</sup> Ac	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
226Ac	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
227 <sup>+</sup> Ac	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^2$
228Ac	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
227Pa	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
228Pa	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
230Pa	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
231Pa	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
232Pa	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
233Pa	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
234Pa	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
230 <sup>+</sup> U	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
231U	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
232U	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
233U	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
234U	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
235 <sup>+</sup> U	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
236U	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
237U	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
238 <sup>+</sup> U	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
U natural <sup>+</sup> 238U <sub>sec</sub>	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
239U	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
240U	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
240 <sup>+</sup> U	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
232Np	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
233Np	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
234Np	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
235Np	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
236Np (1.15 x 10 <sup>5</sup> años)	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
236Np (22.5 horas)	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
237 <sup>+</sup> Np	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
238Np	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
239Np	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
240Np	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
234Pu	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
235Pu	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
236Pu	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
237Pu	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
238Pu	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
239Pu	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
240Pu	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$

$^{241}\text{Pu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{242}\text{Pu}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{243}\text{Pu}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{244}\text{Pu}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{245}\text{Pu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{246}\text{Pu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{237}\text{Am}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{238}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{239}\text{Am}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{240}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{241}\text{Am}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{242}\text{Am}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{242\text{m}}\text{Am}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{243\text{+}}\text{Am}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{244}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{244\text{m}}\text{Am}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{245}\text{Am}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{246}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{246\text{m}}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{238}\text{Cm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{240}\text{Cm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{241}\text{Cm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{242}\text{Cm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{243}\text{Cm}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{244}\text{Cm}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{245}\text{Cm}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{246}\text{Cm}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{247}\text{Cm}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{248}\text{Cm}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{249}\text{Cm}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{250}\text{Cm}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^3$
$^{245}\text{Bk}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{246}\text{Bk}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{247}\text{Bk}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{249}\text{Bk}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{250}\text{Bk}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{244}\text{Cf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
$^{246}\text{Cf}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{248}\text{Cf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{249}\text{Cf}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{250}\text{Cf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{251}\text{Cf}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{252}\text{Cf}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{253}\text{Cf}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$

$^{254}\text{Cf}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{250}\text{Es}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{251}\text{Es}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{253}\text{Es}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{254}\text{Es}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{254\text{m}}\text{Es}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{252}\text{Fm}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{253}\text{Fm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{254}\text{Fm}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{255}\text{Fm}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{257}\text{Fm}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{257}\text{Md}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{258}\text{Md}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$

(+) LOS RADIONUCLIDOS PRECURSORES Y SUS DESCENDIENTES INCLUIDOS EN EQUILIBRIO SECULAR SE ENUMERAN A CONTINUACION:

**Tabla 2**

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
$^{225+}\text{Ac}$	$^{221}\text{F}$ , $^{217}\text{At}$ , $^{213}\text{B}$ , $^{213}\text{Po}$ (0.978), $^{209}\text{Tl}$ (0.0216), $^{209}\text{Pb}$ (0.978)
$^{227+}\text{Ac}$	$^{223}\text{Fr}$ (0.0318)
$^{227}\text{Ac}$	$^{227}\text{Th}$ , $^{223}\text{Ra}$ , $^{219}\text{Rn}$ , $^{215}\text{Po}$ , $^{211}\text{Pb}$ , $^{211}\text{Bi}$ , $^{207}\text{Tl}$
$^{108\text{m}+}\text{Ag}$	$^{108}\text{Ag}$ (0.089)
$^{242\text{m}+}\text{Am}$	$^{242}\text{Am}$
$^{243+}\text{Am}$	$^{239}\text{Np}$
$^{140+}\text{Ba}$	$^{140}\text{La}$
$^{210\text{m}+}\text{Bi}$	$^{206}\text{Tl}$
$^{212+}\text{Bi}$	$^{208}\text{Tl}$ (0.36), $^{212}\text{Po}$ (0.64)
$^{144}\text{Ce}$	$^{144}\text{Pr}$
$^{137+}\text{Cs}$	$^{137\text{m}}\text{Ba}$
$^{60+}\text{Fe}$	$^{60\text{m}}\text{Co}$
$^{146+}\text{Gd}$	$^{146}\text{Eu}$
$^{68+}\text{Ge}$	$^{68}\text{Ga}$
$^{172+}\text{Hf}$	$^{172}\text{Lu}$
$^{194+}\text{Hg}$	$^{194}\text{Au}$
$^{195\text{m}+}\text{Hg}$	$^{195}\text{Hg}$ (0.542)
$^{189+}\text{Ir}$	$^{189\text{m}}\text{Os}$
$^{28+}\text{Mg}$	$^{28}\text{Al}$
$^{237+}\text{Np}$	$^{233}\text{Pa}$
$^{194+}\text{Os}$	$^{194}\text{Ir}$

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
$^{210}\text{Pb}$	$^{210}\text{Bi}$ , $^{210}\text{Po}$
$^{212}\text{Pb}$	$^{212}\text{Bi}$ , $^{208}\text{Tl}$ (0.36), $^{212}\text{Po}$ (0.64)
$^{148\text{m}}\text{Pm}$	$^{148}\text{Pm}$ (0.046)
$^{188}\text{Pt}$	$^{188}\text{Ir}$
$^{223}\text{Ra}$	$^{219}\text{Rn}$ , $^{215}\text{Po}$ , $^{211}\text{Pb}$ , $^{211}\text{Bi}$ , $^{207}\text{Tl}$
$^{224}\text{Ra}$	$^{220}\text{Rn}$ , $^{216}\text{Po}$ , $^{212}\text{Pb}$ , $^{212}\text{Bi}$ , $^{208}\text{Tl}$ (0.36), $^{212}\text{Po}$ (0.64)
$^{226}\text{Ra}$	$^{222}\text{Rn}$ , $^{218}\text{Po}$ , $^{214}\text{Pb}$ , $^{214}\text{Bi}$ , $^{214}\text{Po}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Bi}$ , $^{210}\text{Po}$
$^{228}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ac}$
$^{83}\text{Rb}$	$^{83\text{m}}\text{Kr}$
$^{220}\text{Rn}$	$^{216}\text{Po}$
$^{222}\text{Rn}$	$^{218}\text{Po}$ , $^{214}\text{Pb}$ , $^{214}\text{Bi}$ , $^{214}\text{Po}$
$^{106}\text{Ru}$	$^{106}\text{Rh}$
$^{189}\text{Re}$	$^{189\text{m}}\text{Os}$ (0.0241)
$^{121\text{m}}\text{Sn}$	$^{121}\text{Sn}$ (0.776)
$^{126}\text{Sn}$	$^{126\text{m}}\text{Sb}$
$^{80}\text{Sr}$	$^{80}\text{Rb}$
$^{82}\text{Sr}$	$^{82}\text{Rb}$
$^{90}\text{Sr}$	$^{90}\text{Y}$
$^{95\text{m}}\text{Tc}$	$^{95}\text{Tc}$ (0.04)
$^{44}\text{Ti}$	$^{44}\text{Sc}$
$^{226}\text{Th}$	$^{222}\text{Ra}$ , $^{218}\text{Rn}$ , $^{214}\text{Po}$
$^{228}\text{Th}$	$^{224}\text{Ra}$ , $^{220}\text{Rn}$ , $^{216}\text{Po}$ , $^{212}\text{Pb}$ , $^{212}\text{Bi}$ , $^{208}\text{Tl}$ (0.36), $^{212}\text{Po}$ (0.64)
$^{229}\text{Th}$	$^{225}\text{Ra}$ , $^{225}\text{Ac}$ , $^{221}\text{Fr}$ , $^{217}\text{At}$ , $^{213}\text{Bi}$ , $^{213}\text{Po}$ (0.978), $^{209}\text{Pb}$ (0.978)
Th-sec	$^{228}\text{Ra}$ , $^{228}\text{Ac}$ , $^{228}\text{Th}$ , $^{224}\text{Ra}$ , $^{220}\text{Rn}$ , $^{216}\text{Po}$ , $^{212}\text{Pb}$ , $^{212}\text{Bi}$ , $^{208}\text{Tl}$ (0.36), $^{212}\text{Po}$ (0.64)
$^{234}\text{Th}$	$^{234\text{m}}\text{Pa}$
$^{230}\text{U}$	$^{228}\text{Th}$ , $^{224}\text{Ra}$ , $^{220}\text{Rn}$ , $^{216}\text{Po}$ , $^{212}\text{Pb}$ , $^{212}\text{Bi}$ , $^{208}\text{Tl}$ (0.36), $^{212}\text{Po}$ (0.64)
$^{232}\text{U}$	$^{231}\text{Th}$
$^{235}\text{U}$	$^{235}\text{Th}$ , $^{235\text{m}}\text{Pa}$
U-sec	$^{234}\text{Th}$ , $^{234\text{m}}\text{Pa}$ , $^{234}\text{U}$ , $^{230}\text{Th}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{222}\text{Rn}$ , $^{218}\text{Po}$ , $^{214}\text{Pb}$ , $^{214}\text{Bi}$ , $^{214}\text{Po}$ , $^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Bi}$ , $^{210}\text{Po}$
$^{240}\text{U}$	$^{240}\text{Np}$
$^{178}\text{W}$	$^{178}\text{Ta}$

$^{188}_{\text{W}}$	$^{188}_{\text{Re}}$
$^{122}_{\text{Xe}}$	$^{122}_{\text{I}}$
$^{87}_{\text{Y}}$	$^{87\text{m}}_{\text{Sr}}$
$^{93}_{\text{Zr}}$	$^{93\text{m}}_{\text{Nb}}$
$^{97}_{\text{Zr}}$	$^{97}_{\text{Nb}}$

Nota:

- a) El número entre paréntesis es el tanto por uno producido de ese isótopo.
- b) Los radionúclidos con el sufijo "+" o "sec" representan los precursores en equilibrio secular con sus radionúclidos descendientes enumerados en la tabla 1. En este caso, los valores dados se refieren únicamente al radionúclido padre, pero ya tienen en cuenta el/los radionúclido(s) hijo(s).

## APENDICE B (NORMATIVO)

### SOLICITUD PARA EXENCION CONDICIONAL DE PRODUCTOS DE CONSUMO

Para solicitar la autorización de exención condicional de un producto de consumo se debe entregar a la Comisión la siguiente información:

#### **B.1 Productos de consumo de importación:**

- B.1.1** La documentación oficial que acredite que la fabricación y distribución como producto de consumo condicionalmente exento en el país de origen están autorizadas, y
- B.1.2** La información indicada en los puntos B.2.1, B.2.3 a B.2.8 y B.2.10 de la fracción B.2 de este apéndice.

#### **B.2 Productos de consumo de fabricación nacional:**

- B.2.1** Identificación de la marca y del modelo del producto de consumo;
- B.2.2** Ventajas que en relación con su riesgo potencial, justifican su utilización, incluyendo un análisis que considere otras opciones no radiactivas para lograr el mismo objetivo que con el uso del producto de consumo en cuestión;
- B.2.3** Una descripción detallada del producto de consumo y de sus sistemas de seguridad, incluyendo las características del material radiactivo, del encapsulado y de la posibilidad de acceso al mismo;
- B.2.4** El producto de consumo debe mostrar una etiqueta que indique: "Precaución: No trate de desarmar o destruir este aparato. Lea y observe las instrucciones descritas en el folleto que acompaña este producto", adicionalmente, dentro del aparato, se debe rotular la siguiente leyenda: "Material Radiactivo" y el símbolo internacional de radiación ionizante;
- B.2.5** Planos y/o diagramas donde se resalte la ubicación de la fuente dentro del producto de consumo;
- B.2.6** Uso al que se destina y vida útil prevista;
- B.2.7** Un análisis de riesgos de las situaciones que accidentalmente puedan presentarse, incluyendo la utilización incorrecta y el acceso a la población por pérdida del control sobre el mismo;
- B.2.8** El manual de operación, en español, que se entregará al usuario, en el que se incluyan las características técnicas e instrucciones de uso, información sobre sus riesgos y las recomendaciones relacionadas con la protección radiológica durante su uso y en situaciones de emergencia, avería o rotura;
- B.2.9** Programa de mantenimiento, en español, que incluya las verificaciones periódicas que el fabricante recomiende realizar sobre los parámetros y sistemas que afecten la seguridad del producto de consumo, señalando las que como consecuencia del riesgo no podrá realizar el usuario, y
- B.2.10** Las medidas que se tomarán, según proceda, para:

- B.2.10.1** Recuperar los productos de consumo cuando dejen de usarse;
- B.2.10.2** Realizar su gestión final de forma segura; o
- B.2.10.3** Demostrar mediante un análisis que cuando el producto sea desechado por el consumidor, éste no constituirá un riesgo para la población.

### **APENDICE C (NORMATIVO)**

#### **INFORMACION PARA SOLICITAR LA EXENCION CONDICIONAL DE FUENTES Y DE PRACTICAS**

Al solicitar la autorización para la exención condicional de fuentes o prácticas, se deberá entregar a la Comisión un informe que contenga lo siguiente:

- C.1** Razón social, domicilio legal y dirección de las instalaciones donde se utilizará el material radiactivo.
- C.2** Características del material radiactivo, como son: estado físico y químico, radionúclido(s) presente(s), actividad o concentración de actividad máxima de cada radionúclido.
- C.3** Demostración del cumplimiento con los criterios de exención establecidos en el numeral 4.1, que incluya la siguiente información:
  - C.3.1** Descripción de los procesos en los cuales se utilizará el material radiactivo y que pueden ser causa de potenciales exposiciones al personal y al público.
  - C.3.2** Descripción de los escenarios y las vías de exposición del material radiactivo hacia el personal y el público, obtenidos a partir de los procesos descritos en el punto anterior, adicionalmente deberán incluirse los relacionados con el almacenamiento.
  - C.3.3** Descripción del modelado de los escenarios y las vías de exposición utilizadas para determinar los valores que serán contrastados contra los criterios de exención. En el caso de que se recurra a suposiciones que faciliten el modelado y el cálculo, deberá presentarse la justificación de que éstas son conservadoras.
  - C.3.4** La información utilizada durante la ejecución de los modelos y los resultados arrojados por los mismos, la cual debe ser suficiente para que se puedan reproducir los resultados presentados en el informe.
  - C.3.5** Los resultados obtenidos y su comparación con los criterios de exención.

#### **5. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas**

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional ni mexicana, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

#### **6. Bibliografía**

- 6.1** Organismo Internacional de Energía Atómica. Principios para la exención del control reglamentario de prácticas y fuentes de radiación. (OIEA. Colección de Seguridad No. 89) Guías de Seguridad del Organismo. 1989. Viena, Austria.
- 6.2** Organismo Internacional de Energía Atómica. IAEA.TECDOC-401. Exemption of radiation sources and practices from regulatory control. Technical document. 1987. Vienna, Austria.
- 6.3** Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación. (OIEA. Colección de Seguridad No. 115). Normas de Seguridad del Organismo. 1997. Viena, Austria.
- 6.4** Organismo Internacional de Energía Atómica. IAEA. TECDOC-1000. Clearance of materials resulting from the use of radionclides in medicine, industry and research. 1998. Vienna, Austria.

- 6.5** Organismo Internacional de Energía Atómica. Aplicación de los conceptos de exclusión, exención y dispensa. (OIEA. Colección de Seguridad No.RS-G.1.7) Guías de Seguridad del Organismo. 2007. Viena, Austria.
- 6.6** Organismo Internacional de Energía Atómica. Derivation of activity concentration values for exclusion, exemption and clearance. IAEA. Safety Reports Series No. 44. 2005. Vienna, Austria.
- 6.7** Commission of European Communities. Radiation Protection-65 Principles and methods for establishing concentrations and quantities (Exemption values) below which reporting is not required in the european directive. 1993. Commission of European communities-Radiation protection division-1993. Luxembourg.
- 6.8** United States of America. Code Federal of Regulations. Title 10 part 30. Rules of general applicability to domestic licensing of byproduct material. U.S. Nuclear Regulatory Commission (10CFR). 2001
- 6.9** Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, modificado mediante la Instrucción del 26 de Febrero de 2003, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-05. 2003. Madrid, España.
- 6.10** Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

### **7. Evaluación de la conformidad**

La evaluación de la conformidad se realizará por parte de la Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y/o por las personas acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

**7.1** El procedimiento para la evaluación de la conformidad incluirá lo siguiente:

- 7.1.1** La verificación visual y documental de que las prácticas con fuentes y equipos exentos condicionalmente cumplen con los límites y condiciones establecidos en la presente Norma.

### **8. Observancia**

La presente Norma es de observancia en todo el territorio nacional y corresponde a la Secretaría de Energía por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, la vigilancia de su cumplimiento.

### **9. Vigencia**

La presente Norma Oficial Mexicana modifica y sustituye a la NOM-039-NUCL-2003, Especificaciones para la exención de fuentes de radiación ionizante y de prácticas que las utilicen, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de diciembre de 2003, y entrará en vigor a los sesenta días naturales contados a partir del día siguiente de que sea publicada como Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 14 de julio de 2011.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Juan Eibenschutz Hartman**.- Rúbrica.