

SECRETARÍA DE ENERGÍA

NORMA Oficial Mexicana NOM-039-NUCL-2020, Criterios para la exención de fuentes de radiación ionizante o prácticas que las utilicen.

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-2020, "CRITERIOS PARA LA EXENCIÓN DE FUENTES DE RADIACIÓN IONIZANTE O PRÁCTICAS QUE LAS UTILICEN".

JUAN EIBENSCHUTZ HARTMAN, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CCNN-SNys) y Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y, con fundamento en los artículos 33 fracción XIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 18 fracción III, 19, 21, 29 y 50 fracciones I, y XI de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 38 fracciones II, III, IV, 40 fracciones I, III, XIII y XVII, 41, 47, fracción IV y 73 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, 37, 189 y 190 del Reglamento General de Seguridad Radiológica, y 2, apartado F, fracción I, 40, 41 y 42 fracciones VIII, XII, XXX y XXXIV del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

CONSIDERANDO

Primero. Que con fecha 15 de noviembre de 2018, 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-2011, "Especificaciones para la exención de prácticas y fuentes adscritas a alguna práctica, que utilicen fuentes de radiación ionizante, de alguna o de todas las condiciones reguladoras" que en lo sucesivo se denominará Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-039-NUCL-2018, "Criterios para la exención de fuentes de radiación ionizante o prácticas que las utilicen", 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 2 de octubre de 2019, 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-2020, CRITERIOS PARA LA EXENCIÓN DE FUENTES DE RADIACIÓN IONIZANTE O PRÁCTICAS QUE LAS UTILICEN

Prefacio

La elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana es competencia del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias integrado por:

- Secretaría de Energía.
Unidad de Asuntos Jurídicos/Dirección de Estudios y Consultas C.
Subsecretaría de Electricidad/Unidad del Sistema Eléctrico Nacional y Política Nuclear/Dirección General Adjunta de Coordinación de la Industria Eléctrica
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
Dirección General de Autotransporte Federal
Dirección General de Marina Mercante

-
- Secretaría de Economía.
 - Secretaría de Gobernación.
 - Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
 - Secretaría de Salud.
 - Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
 - Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias
 - Hospital Juárez de México
 - Hospital Regional de Alta Especialidad "Ciudad Salud"
 - Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
 - Comisión Federal de Electricidad.
 - Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.
 - Instituto Mexicano del Seguro Social.
 - Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.
 - Instituto Politécnico Nacional.
 - Universidad Nacional Autónoma de México.
 - Instituto de Ciencias Nucleares
 - Sociedad Mexicana de Seguridad Radiológica, A.C.
 - Federación Mexicana de Medicina Nuclear e Imagen Molecular, A.C.
 - Colegio de Medicina Nuclear de México, A.C.
 - Sociedad Mexicana de Radioterapeutas, A.C.
 - Sociedad Nuclear Mexicana, A.C.
 - Asociación Mexicana de Física Médica, A.C.
 - Asociación Mexicana de Radioprotección, A.C.
 - Asociación Mexicana de Empresas de Ensayos No Destructivos, A.C.
 - Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
 - Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
 - Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral
 - Asesores en Radiaciones, S.A.
 - Servicios Integrales para la Radiación, S.A. de C.V.
 - Asesoría Especializada y Servicios Corporativos, S.A. de C.V.
 - Servicios a la Industria Nuclear y Convencional, S.A. de C.V.
 - Radiación Aplicada a la Industria, S.A. de C.V.
 - Control de Radiación e Ingeniería, S.A. de C.V.
 - Tecnofísica Radiológica, S.C.
 - Electrónica y Medicina, S.A.
 - Radiografía Industrial y Ensayos, S.A. de C.V.
 - Endomédica, S.A. de C.V.
 - Radiografías Caballero, S.A. de C.V.

- Control Total de Calidad en Procedimientos de Soldadura, S.A. de C.V.
- Scantibodies Imagenología y Terapia, S.A. de C.V.
- Pruebas de Soldadura, S.A. de C.V.
- Maquinado en Ingeniería de Soporte, S.A. de C.V.

Con objeto de elaborar la propuesta de NOM-039-NUCL-2018, se constituyó un Grupo de Trabajo con la participación voluntaria de los siguientes actores:

- Asociación Mexicana de Radioprotección, S.C.
- Asesoría Especializada y Servicios Corporativos, S.A. de C.V.
- Control de Radiación e Ingeniería, S.A. de C.V.
- Control Total de Calidad en Procedimientos de Soldadura, S.A. de C.V.
- Coordinación Nacional de Protección Civil–Secretaría de Gobernación.
- Secretaría de Energía.
Subsecretaría de Electricidad/Unidad del Sistema Eléctrico Nacional y Política Nuclear/Dirección General Adjunta de Coordinación de la Industria Eléctrica
- Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud.
- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.
- Instituto de Ciencias Nucleares-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Maquinado e Ingeniería de Soporte, S.A. de C.V.
- Radiación Aplicada a la Industria, S.A. de C.V.
- Servicios a la Industria Nuclear y Convencional, S.A. de C.V.
- Servicios Integrales para la Radiación, S.A. de C.V.
- Sociedad Mexicana de Radioterapeutas, A.C.
- Tecnofísica Radiológica, S.C.

ÍNDICE

0. Introducción

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Definiciones y abreviaturas
3. Especificaciones para la exención
4. Vigilancia
5. Procedimiento de evaluación de la conformidad
6. Concordancia con normas internacionales

Apéndice A (Normativo) Límites de concentración de actividad y actividad exenta para cada radionúclido.

Apéndice B (Normativo) Información para solicitar la autorización de exención incondicional de una fuente de radiación ionizante o de un equipo generador de radiación ionizante.

Apéndice C (Normativo) Información para solicitar la autorización de exención condicional de fuentes de radiación ionizante o prácticas.

Apéndice D (Normativo) Información para solicitar la autorización de exención condicional de productos de consumo.

7. Bibliografía

TRANSITORIOS

0. Introducción

Existen prácticas o fuentes de radiación ionizante en las cuales el riesgo radiológico asociado es tan bajo que es innecesario e impráctico establecer controles reguladores relacionados con la seguridad radiológica. Por tal motivo, esta norma establece los criterios bajo los cuales se podrá exentar a prácticas y fuentes de radiación ionizante de algunos o todos los controles reguladores establecidos en el marco jurídico aplicado por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece los criterios para la exención de prácticas y fuentes de radiación ionizante de alguna o todas las condiciones reguladoras.

1.2 Campo de aplicación

Esta norma aplica a prácticas, fuentes de radiación ionizante contenidas en productos de consumo y fuentes de radiación ionizante adscritas a prácticas que por sus características 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, el transporte de material radiactivo, la importación o exportación de fuentes de radiación ionizante, los usos médicos de las fuentes de radiación ionizante, la fabricación, adquisición, transferencia, importación y/o exportación de radiofármacos, la administración de material radiactivo a animales con propósitos de diagnóstico, tratamiento y/o investigación, la fabricación, la adquisición y transferencia de fuentes de radiación ionizante, los objetos contaminados o la disposición final, reciclado o reutilización de las fuentes, las refacciones de equipos generadores de radiación ionizante.

2. Definiciones y abreviaturas

Para los propósitos de esta Norma Oficial Mexicana, se aplican los términos y definiciones siguientes:

2.1 Comisión

La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

2.2 Exención

Acto de autoridad mediante el cual se exime, previa solicitud, del cumplimiento de alguno (caso condicional) o todos (caso incondicional) los requisitos y/o controles reguladores.

2.3 Fuente de radiación ionizante

Cualquier dispositivo o material que emita radiación ionizante en forma cuantificable.

2.4 Práctica

Cualquier uso o 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. En el contexto de la presente norma el término práctica se refiere a usos o actividades previamente justificadas.

2.5 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 ionizante 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. Especificaciones para la exención

3.1 Criterios de exención

Para exentar una práctica o fuente de radiación ionizante, dentro del alcance de esta norma, se debe cumplir con alguno de los siguientes criterios:

3.1.1. El equivalente de dosis efectiva bajo todas las circunstancias razonablemente predecibles, para cualquier miembro del público debido a la práctica o fuente de radiación ionizante debe ser menor o igual a 10 μ Sv en un año, o

3.1.2. Para escenarios de baja probabilidad, el equivalente de dosis efectiva para cualquier miembro del público debido a la práctica o fuente de radiación ionizante debe ser menor o igual a 1mSv en un año. Para modelar los escenarios de baja probabilidad, se podrá seguir la metodología establecida en el documento "Radiation Protection - 65 Principles and methods for establishing concentrations and quantities (Exemption values) below which reporting is not required in the european directive" o "Radiation Protection - 122 Practical use of the concepts of clearance and exemption – Part II. Application of the concepts of the concepts of exemption and clearance to natural radiation sources".

3.2 Exención incondicional

3.2.1 Cualquier fuente de radiación ionizante podrá ser declarada exenta incondicionalmente si se demuestra que cumple con alguno de los criterios 3.2.1.1 a 3.2.1.6 siguientes:

3.2.1.1 La fuente de radiación ionizante con un solo radionúclido y cuya actividad máxima en cualquier momento sea igual o menor al límite establecido en la columna 2 de la Tabla A.1 del Apéndice A (Normativo) de la presente norma, para dicho radionúclido, o

3.2.1.2 La fuente de radiación ionizante con un solo radionúclido y cuya concentración máxima en cualquier momento sea igual o menor al límite establecido en la columna 1 de la Tabla A.1 del Apéndice A (Normativo) de la presente norma, para dicho radionúclido, o

3.2.1.3 Si la fuente de radiación ionizante es una mezcla de varios radionúclidos que cumplan con alguna de las siguientes relaciones:

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

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

3.2.1.4 Las fuentes de radiación ionizante con un solo radionúclido siempre que éstas sean las únicas fuentes adscritas a la práctica y cuya actividad máxima sumada en cualquier momento sea igual o menor al límite establecido en la columna 2 de la Tabla A.1 del Apéndice A (Normativo) de la presente norma, o

3.2.1.5 Las fuentes de radiación ionizante con un solo radionúclido siempre que éstas sean las únicas fuentes adscritas a la práctica y cuya concentración máxima sumada en cualquier momento sea igual o menor al límite establecido en la columna 1 de la Tabla A.1 del Apéndice A (Normativo) de la presente norma.

3.2.1.6 Las fuentes de radiación ionizante de diferentes radionúclidos siempre que individualmente estén exentas y sean las únicas adscritas a la práctica y cumplan con alguna de las siguientes relaciones, en la cual se deben considerar las fuentes gastadas:

$$\sum_i \frac{A_i}{L_{A_i}} \leq 10 \quad \text{o} \quad \sum_i \frac{C_i}{L_{C_i}} \leq 10$$

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

3.2.1.7. En el caso de cantidades de material que excedan de 1000 kg, se deben aplicar los valores establecidos en la Tabla A.3 del Apéndice A (Normativo) de la presente norma.

3.2.1.8 No se podrán utilizar los siguientes casos para demostrar el cumplimiento de alguno de los criterios anteriores:

3.2.1.8.1 El material radiactivo contenido en los productos de consumo, o

3.2.1.8.2 Las fuentes de radiación ionizante selladas o abiertas exentas condicionalmente que se encuentren en la instalación.

3.2.2 En el caso de equipos generadores de radiación ionizante, se considerarán exentos incondicionalmente aquellos que demuestren el cumplimiento de alguno de los siguientes criterios:

3.2.2.1 En condiciones normales de operación, por diseño, no produzcan una rapidez de equivalente de dosis, superior a $1 \mu\text{Sv/h}$ a una distancia de 0.1 m medida desde cualquier superficie accesible del dispositivo; o bien;

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

En el Apéndice B (Normativo) de la presente norma, se establece la información que se debe entregar a la Comisión para solicitar la autorización de exención incondicional de fuentes de radiación ionizante o de equipos generadores de radiación ionizante.

3.2.3 El material radiactivo exento incondicionalmente, debe gestionarse de acuerdo con el riesgo químico, físico o biológico que prevalezca.

3.3 Exención condicional

3.3.1. Podrá obtenerse la autorización de exención condicional por parte de la Comisión, de una fuente de radiación ionizante adscrita a una práctica o de una práctica si demuestra que cumple con los criterios de exención establecidos en el numeral 3.1 bajo las condiciones previstas de uso del material radiactivo tanto en condiciones normales como las que accidentalmente puedan presentarse.

En el Apéndice C (Normativo), de la presente norma se establece la información que se debe entregar a la Comisión para solicitar la autorización de exención condicional de fuentes de radiación ionizante o de prácticas.

3.3.2. Los productos de consumo que no cumplan con los criterios de exención incondicional indicados en el numeral 3.2 podrán quedar exentos condicionalmente, si, antes de su fabricación o importación, cumplen con los siguientes criterios:

3.3.2.1. El material radiactivo es una fuente de radiación ionizante sellada, y

3.3.2.2. Bajo condiciones normales de operación, no cause una rapidez de equivalente de dosis, 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.

En el Apéndice D (Normativo) de la presente norma, se establece la información que se debe entregar a la Comisión para solicitar la autorización de exención condicional de productos de consumo.

4. Vigilancia

La vigilancia del cumplimiento de lo dispuesto por la presente Norma Oficial Mexicana está a cargo de la Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, conforme a sus respectivas atribuciones y bajo lo dispuesto en la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear. Asimismo, las sanciones que correspondan, serán aplicadas en los términos de la legislación aplicable.

5. Procedimiento de evaluación de la conformidad

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.

5.1. El procedimiento para la evaluación de la conformidad incluirá lo siguiente:

5.1.1. La verificación visual y documental de que las prácticas con fuentes de radiación ionizante y equipos exentos condicionalmente cumplen con los límites y condiciones establecidos en la presente norma.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no es equivalente (NEQ) con ninguna Norma Internacional, por no existir esta última al momento de elaborar la norma.

Apéndice A (Normativo)

Límites de concentración de actividad y actividad exenta para cada radionúclido

Tabla A.1

Radionúclido	Columna 1	Columna 2	Radionúclido	Columna 1	Columna 2
	Concentración de actividad (Bq/kg)	Actividad (Bq)		Concentración de actividad (Bq/kg)	Actividad (Bq)
³ H y Compuestos trititados	1 X 10 ⁹	1 X 10 ⁹	⁴³ Sc	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁷ B	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷	⁴⁴ Sc	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
¹⁰ Be	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁶	⁴⁴ Sc ^m	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
¹¹ C	1 x 10 ⁴	1 X 10 ⁶	⁴⁵ Sc	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
¹¹ C monóxido	1 x 10 ⁴	1 X 10 ⁹	⁴⁶ Sc	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
¹¹ C dióxido	1 x 10 ⁴	1 X 10 ⁹	⁴⁷ Sc	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
¹⁴ C	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁷	⁴⁸ Sc	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
¹⁴ C monóxido	1 X 10 ¹²	1 X 10 ¹¹	⁴⁹ Sc	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁵
¹⁴ C dióxido	1 X 10 ¹⁰	1 X 10 ¹¹	⁴⁴ Ti ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
¹³ N	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁹	⁴⁵ Ti	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
¹⁹ Ne	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁹	⁴⁷ V	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
¹⁵ O	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁹	⁴⁸ V	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
¹⁸ F	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶	⁴⁹ V	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁷
²² Na	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶	⁴⁸ Cr	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²⁴ Na	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵	⁴⁹ Cr	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²⁸ Mg ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵	⁵¹ Cr	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
²⁶ Al	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵	⁵² Fe	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
³¹ Si	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶	⁵⁵ Fe	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁶
³² Si	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶	⁵⁹ Fe	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
³² P	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁵	⁶⁰ Fe ⁺	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
³³ P	1 X 10 ⁸	1 X 10 ⁸	⁵¹ Mn	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
³⁵ S	1 X 10 ⁸	1 X 10 ⁸	⁵² Mn	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
³⁵ S (vapor)	1 X 10 ⁹	1 X 10 ⁹	⁵² Mn ^m	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
³⁶ Cl	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁶	⁵³ Mn	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁹
³⁸ Cl	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵	⁵⁴ Mn	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
³⁹ Cl	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵	⁵⁶ Mn	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
³⁷ Ar	1 X 10 ⁹	1 X 10 ⁸	⁵⁵ Co	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
³⁹ Ar	1 X 10 ¹⁰	1 X 10 ⁴	⁵⁶ Co	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁴¹ Ar	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁹	⁵⁷ Co	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁴⁰ K	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶	⁵⁸ Co	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁴² K	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶	⁵⁸ Co ^m	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁷
⁴³ K	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶	⁶⁰ Co	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁴⁴ K	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵	⁶⁰ Co ^m	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
⁴⁵ K	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵	⁶¹ Co	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁴¹ Ca	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶	⁶² Co ^m	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁴⁵ Ca	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁷	⁵⁶ Ni	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁴⁷ Ca	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶	⁵⁷ Ni	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
			⁵⁹ Ni	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁸

⁶³ Ni	1 X 10 ⁸	1 X 10 ⁸
⁶⁵ Ni	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁶⁷ Ni	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁷
⁶⁰ Cu	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁶¹ Cu	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁶⁴ Cu	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁶⁷ Cu	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁶² Zn	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁶³ Zn	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁶⁵ Zn	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁶⁹ Zn	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁶
⁶⁹ Zn ^m	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁷¹ Zn ^m	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁷² Zn	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁶⁶ Ge	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁶⁷ Ge	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁶⁸ Ge ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁶⁹ Ge	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁷¹ Ge	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁸
⁷⁵ Ge	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
⁷⁷ Ge	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷⁸ Ge	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁶⁵ Ga	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁶⁶ Ga	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁶⁷ Ga	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁶⁸ Ga	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷⁰ Ga	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
⁷² Ga	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷³ Ga	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁶⁹ As	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷⁰ As	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷¹ As	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁷² As	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷³ As	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
⁷⁴ As	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁷⁶ As	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
⁷⁷ As	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
⁷⁸ As	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷⁰ Se	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁷³ Se	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁷³ Se ^m	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁷⁵ Se	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁷⁹ Se	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁷

⁸¹ Se	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
⁸¹ Se ^m	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
⁸³ Se	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷⁴ Br	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷⁴ Br ^m	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷⁵ Br	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁷⁶ Br	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷⁷ Br	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁸⁰ Br	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
⁸⁰ Br ^m	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
⁸² Br	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁸³ Br	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
⁸⁴ Br	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁷⁴ Kr	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁹
⁷⁶ Kr	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁹
⁷⁷ Kr	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁹
⁷⁹ Kr	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁵
⁸¹ Kr	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁷
⁸¹ Kr ^m	1 X 10 ⁶	1 X 10 ¹⁰
⁸³ Kr ^m	1 X 10 ⁸	1 X 10 ¹²
⁸⁵ Kr	1 X 10 ⁸	1 X 10 ⁴
⁸⁵ Kr ^m	1 X 10 ⁶	1 X 10 ¹⁰
⁸⁷ Kr	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁹
⁸⁸ Kr	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁹
⁸⁰ Sr	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
⁸¹ Sr	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁸² Sr ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁸³ Sr	1 X 10 ⁴	1 X 10 ²
⁸⁵ Sr	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁸⁵ Sr ^m	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
⁸⁷ Sr ^m	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
⁸⁸ Sr	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
⁹⁰ Sr ⁺	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁴
⁹¹ Sr	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁹² Sr	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁸⁶ Y	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
⁸⁶ Y ^m	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
⁸⁷ Y ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁸⁸ Y	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁹⁰ Y	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁵
⁹⁰ Y ^m	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
⁹¹ Y	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
⁹¹ Y ^m	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶

^{92}Y	1×10^5	1×10^5
^{93}Y	1×10^5	1×10^5
^{94}Y	1×10^4	1×10^5
^{95}Y	1×10^4	1×10^5
^{79}Rb	1×10^4	1×10^5
^{81}Rb	1×10^4	1×10^6
$^{81}\text{Rb}^m$	1×10^6	1×10^7
$^{82}\text{Rb}^m$	1×10^4	1×10^6
$^{83}\text{Rb}^+$	1×10^5	1×10^6
^{84}Rb	1×10^4	1×10^6
^{86}Rb	1×10^5	1×10^5
^{87}Rb	1×10^7	1×10^7
^{88}Rb	1×10^4	1×10^5
^{89}Rb	1×10^4	1×10^5
^{86}Zr	1×10^5	1×10^7
^{88}Zr	1×10^5	1×10^6
^{89}Zr	1×10^4	1×10^6
$^{93}\text{Zr}^+$	1×10^6	1×10^7
^{95}Zr	1×10^4	1×10^6
$^{97}\text{Zr}^+$	1×10^4	1×10^5
^{88}Nb	1×10^4	1×10^5
^{89}Nb (2.03 horas)	1×10^4	1×10^5
^{89}Nb (1.01 horas)	1×10^4	1×10^5
^{90}Nb	1×10^4	1×10^5
$^{93}\text{Nb}^m$	1×10^7	1×10^7
^{94}Nb	1×10^4	1×10^6
^{95}Nb	1×10^4	1×10^6
$^{95}\text{Nb}^m$	1×10^5	1×10^7
^{96}Nb	1×10^4	1×10^5
^{97}Nb	1×10^4	1×10^6
^{98}Nb	1×10^4	1×10^5
^{93}Tc	1×10^4	1×10^6
$^{93}\text{Tc}^m$	1×10^4	1×10^6
^{94}Tc	1×10^4	1×10^6
$^{94}\text{Tc}^m$	1×10^4	1×10^5
^{95}Tc	1×10^4	1×10^6
$^{95}\text{Tc}^{m+}$	1×10^4	1×10^6
^{96}Tc	1×10^4	1×10^6
$^{96}\text{Tc}^m$	1×10^6	1×10^7
^{97}Tc	1×10^6	1×10^8
$^{97}\text{Tc}^m$	1×10^6	1×10^7
^{98}Tc	1×10^4	1×10^6
^{99}Tc	1×10^7	1×10^7

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

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

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

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

^{139}Ba	1×10^5	1×10^5
$^{140}\text{Ba}^+$	1×10^4	1×10^5
^{141}Ba	1×10^4	1×10^5
^{142}Ba	1×10^4	1×10^6
^{131}La	1×10^4	1×10^6
^{132}La	1×10^4	1×10^6
^{135}La	1×10^6	1×10^7
^{137}La	1×10^6	1×10^7
^{138}La	1×10^4	1×10^6
^{140}La	1×10^4	1×10^5
^{141}La	1×10^5	1×10^5
^{152}La	1×10^4	1×10^5
^{143}La	1×10^5	1×10^5
^{136}Pr	1×10^4	1×10^5
^{137}Pr	1×10^5	1×10^6
$^{138}\text{Pr}^m$	1×10^4	1×10^6
^{139}Pr	1×10^5	1×10^7
^{142}Pr	1×10^5	1×10^5
$^{142}\text{Pr}^m$	1×10^{10}	1×10^9
^{143}Pr	1×10^7	1×10^6
^{144}Pr	1×10^5	1×10^5
^{145}Pr	1×10^6	1×10^5
^{147}Pr	1×10^4	1×10^5
^{141}Pm	1×10^4	1×10^5
^{143}Pm	1×10^5	1×10^6
^{144}Pm	1×10^4	1×10^6
^{145}Pm	1×10^6	1×10^7
^{146}Pm	1×10^4	1×10^6
^{147}Pm	1×10^7	1×10^7
^{148}Pm	1×10^4	1×10^6
$^{148}\text{Pm}^m$	1×10^4	1×10^6
^{149}Pm	1×10^6	1×10^6
^{150}Pm	1×10^4	1×10^5
^{151}Pm	1×10^5	1×10^6
^{136}Nd	1×10^5	1×10^6
^{138}Nd	1×10^6	1×10^7
^{139}Nd	1×10^5	1×10^6
$^{139}\text{Nd}^m$	1×10^4	1×10^6
^{141}Nd	1×10^5	1×10^7
^{147}Nd	1×10^5	1×10^6
^{149}Nd	1×10^5	1×10^6
^{151}Nd	1×10^4	1×10^5
^{141}Sm	1×10^4	1×10^5

$^{141}\text{Sm}^m$	1×10^4	1×10^6
^{142}Sm	1×10^2	1×10^7
^{145}Sm	1×10^2	1×10^7
^{146}Sm	1×10^4	1×10^5
^{147}Sm	1×10^4	1×10^4
^{151}Sm	1×10^7	1×10^8
^{153}Sm	1×10^5	1×10^6
^{155}Sm	1×10^5	1×10^6
^{156}Sm	1×10^5	1×10^6
^{145}Eu	1×10^4	1×10^6
^{146}Eu	1×10^4	1×10^6
^{147}Eu	1×10^5	1×10^6
^{148}Eu	1×10^4	1×10^6
^{149}Eu	1×10^5	1×10^7
^{150}Eu (34.2 años)	1×10^4	1×10^6
^{150}Eu (12.6 horas)	1×10^6	1×10^6
^{152}Eu	1×10^4	1×10^6
^{152m}Eu	1×10^5	1×10^6
^{154}Eu	1×10^4	1×10^6
^{155}Eu	1×10^5	1×10^7
^{156}Eu	1×10^4	1×10^6
^{157}Eu	1×10^5	1×10^6
^{158}Eu	1×10^4	1×10^5
^{145}Gd	1×10^4	1×10^5
$^{146}\text{Gd}^*$	1×10^4	1×10^6
^{147}Gd	1×10^4	1×10^6
^{148}Gd	1×10^4	1×10^4
^{149}Gd	1×10^5	1×10^6
^{151}Gd	1×10^5	1×10^7
^{152}Gd	1×10^4	1×10^4
^{153}Gd	1×10^5	1×10^7
^{159}Gd	1×10^6	1×10^6
^{147}Tb	1×10^4	1×10^6
^{149}Tb	1×10^4	1×10^6
^{150}Tb	1×10^4	1×10^6
^{151}Tb	1×10^4	1×10^6
^{153}Tb	1×10^5	1×10^7
^{154}Tb	1×10^4	1×10^6
^{155}Tb	1×10^5	1×10^7
^{156}Tb	1×10^4	1×10^6
$^{156}\text{Tb}^m$ (24.4 horas)	1×10^6	1×10^7
$^{156}\text{Tb}^m$ (5 horas)	1×10^7	1×10^7
^{157}Tb	1×10^7	1×10^7

^{158}Tb	1×10^4	1×10^6
^{160}Tb	1×10^4	1×10^6
^{161}Tb	1×10^6	1×10^6
^{155}Dy	1×10^4	1×10^6
^{157}Dy	1×10^5	1×10^6
^{159}Dy	1×10^6	1×10^7
^{165}Dy	1×10^6	1×10^6
^{166}Dy	1×10^6	1×10^6
^{155}Ho	1×10^5	1×10^6
^{157}Ho	1×10^5	1×10^6
^{159}Ho	1×10^5	1×10^6
^{161}Ho	1×10^5	1×10^7
^{162}Ho	1×10^5	1×10^7
$^{162}\text{Ho}^m$	1×10^4	1×10^6
^{164}Ho	1×10^6	1×10^6
$^{164}\text{Ho}^m$	1×10^6	1×10^7
^{166}Ho	1×10^6	1×10^5
$^{166}\text{Ho}^m$	1×10^4	1×10^6
^{167}Ho	1×10^5	1×10^6
^{161}Er	1×10^4	1×10^6
^{165}Er	1×10^6	1×10^7
^{169}Er	1×10^7	1×10^7
^{171}Er	1×10^5	1×10^6
^{172}Er	1×10^5	1×10^6
^{162}Tm	1×10^4	1×10^6
^{166}Tm	1×10^4	1×10^6
^{167}Tm	1×10^5	1×10^6
^{170}Tm	1×10^6	1×10^6
^{171}Tm	1×10^7	1×10^8
^{172}Tm	1×10^5	1×10^6
^{173}Tm	1×10^5	1×10^6
^{175}Tm	1×10^4	1×10^6
^{162}Yb	1×10^5	1×10^7
^{166}Yb	1×10^5	1×10^7
^{167}Yb	1×10^5	1×10^6
^{169}Yb	1×10^5	1×10^7
^{175}Yb	1×10^6	1×10^7
^{177}Yb	1×10^5	1×10^6
^{178}Yb	1×10^6	1×10^6
^{169}Lu	1×10^4	1×10^6
^{170}Lu	1×10^4	1×10^6
^{171}Lu	1×10^4	1×10^6
^{172}Lu	1×10^4	1×10^6

^{173}Lu	1×10^5	1×10^7
^{174}Lu	1×10^5	1×10^7
$^{174}\text{Lu}^m$	1×10^5	1×10^7
^{176}Lu	1×10^5	1×10^6
$^{176}\text{Lu}^m$	1×10^6	1×10^6
^{177}Lu	1×10^6	1×10^7
$^{177}\text{Lu}^m$	1×10^4	1×10^6
^{178}Lu	1×10^5	1×10^5
$^{178}\text{Lu}^m$	1×10^4	1×10^5
^{179}Lu	1×10^6	1×10^6
^{172}Ta	1×10^4	1×10^6
^{173}Ta	1×10^4	1×10^6
^{174}Ta	1×10^4	1×10^6
^{175}Ta	1×10^4	1×10^6
^{176}Ta	1×10^4	1×10^6
^{177}Ta	1×10^5	1×10^7
^{178}Ta	1×10^4	1×10^6
^{179}Ta	1×10^6	1×10^7
^{180}Ta	1×10^4	1×10^6
$^{180}\text{Ta}^m$	1×10^6	1×10^7
^{182}Ta	1×10^4	1×10^4
$^{182}\text{Ta}^m$	1×10^5	1×10^6
^{183}Ta	1×10^5	1×10^6
^{184}Ta	1×10^4	1×10^6
^{185}Ta	1×10^5	1×10^5
^{186}Ta	1×10^4	1×10^5
^{170}Hf	1×10^5	1×10^6
$^{172}\text{Hf}^+$	1×10^4	1×10^6
^{173}Hf	1×10^5	1×10^6
^{175}Hf	1×10^5	1×10^6
$^{177}\text{Hf}^m$	1×10^4	1×10^5
$^{178}\text{Hf}^m$	1×10^4	1×10^6
$^{179}\text{Hf}^m$	1×10^4	1×10^6
^{180}Hf	1×10^4	1×10^6
$^{180}\text{Hf}^m$	1×10^4	1×10^6
^{181}Hf	1×10^4	1×10^6
^{182}Hf	1×10^5	1×10^6
$^{182}\text{Hf}^m$	1×10^4	1×10^6
^{183}Hf	1×10^4	1×10^6
^{184}Hf	1×10^5	1×10^6
^{176}W	1×10^5	1×10^6
^{177}W	1×10^4	1×10^6
$^{178}\text{W}^+$	1×10^4	1×10^6

^{179}W	1×10^5	1×10^7
^{181}W	1×10^6	1×10^7
^{185}W	1×10^7	1×10^7
^{187}W	1×10^5	1×10^6
$^{188}\text{W}^+$	1×10^5	1×10^5
^{177}Re	1×10^4	1×10^6
^{178}Re	1×10^4	1×10^6
^{181}Re	1×10^4	1×10^6
^{182}Re (64 horas)	1×10^4	1×10^6
^{182}Re (12.7 horas)	1×10^4	1×10^6
^{184}Re	1×10^4	1×10^6
$^{184}\text{Re}^m$	1×10^5	1×10^6
^{186}Re	1×10^6	1×10^6
$^{186}\text{Re}^m$	1×10^6	1×10^7
^{187}Re	1×10^9	1×10^9
^{188}Re	1×10^5	1×10^5
$^{188}\text{Re}^m$	1×10^5	1×10^7
$^{189}\text{Re}^+$	1×10^5	1×10^6
^{180}Os	1×10^5	1×10^7
^{181}Os	1×10^4	1×10^6
^{182}Os	1×10^5	1×10^6
^{182}Os	1×10^4	1×10^6
^{185}Os	1×10^4	1×10^6
$^{189}\text{Os}^m$	1×10^7	1×10^7
^{191}Os	1×10^5	1×10^7
$^{191}\text{Os}^m$	1×10^6	1×10^7
^{193}Os	1×10^5	1×10^6
^{194}Os	1×10^5	1×10^5
$^{194}\text{Os}^{m+}$	1×10^5	1×10^5
^{182}Ir	1×10^4	1×10^5
^{184}Ir	1×10^4	1×10^6
^{185}Ir	1×10^4	1×10^6
^{186}Ir (15.8 horas)	1×10^4	1×10^6
^{186}Ir (1.75 horas)	1×10^4	1×10^6
^{187}Ir	1×10^5	1×10^6
^{188}Ir	1×10^4	1×10^6
$^{189}\text{Ir}^+$	1×10^5	1×10^7
^{190}Ir	1×10^4	1×10^6
$^{190}\text{Ir}^m$ (3.1 horas)	1×10^4	1×10^6
^{190}Ir (1.2 horas)	1×10^7	1×10^7
^{192}Ir	1×10^4	1×10^4
$^{192}\text{Ir}^m$	1×10^5	1×10^7
$^{193}\text{Ir}^m$	1×10^7	1×10^7
^{194}Ir	1×10^5	1×10^5

$^{194}\text{Ir}^m$	1×10^4	1×10^6
^{195}Ir	1×10^5	1×10^6
$^{195}\text{Ir}^m$	1×10^5	1×10^6
^{186}Pt	1×10^4	1×10^6
$^{188}\text{Pt}^+$	1×10^4	1×10^6
^{189}Pt	1×10^5	1×10^6
^{191}Pt	1×10^5	1×10^6
^{193}Pt	1×10^7	1×10^7
$^{193}\text{Pt}^m$	1×10^6	1×10^7
$^{195}\text{Pt}^m$	1×10^5	1×10^6
^{197}Pt	1×10^6	1×10^6
$^{19}\text{Pt}^m$	1×10^5	1×10^6
^{199}Pt	1×10^5	1×10^6
^{200}Pt	1×10^5	1×10^6
^{193}Hg	1×10^5	1×10^6
$^{193}\text{Hg}^m$	1×10^4	1×10^6
$^{194}\text{Hg}^+$	1×10^4	1×10^6
^{195}Hg	1×10^5	1×10^6
$^{195}\text{Hg}^{m+}(\text{orgánico})$	1×10^5	1×10^6
$^{195}\text{Hg}^{m+}(\text{inorgánico})$	1×10^5	1×10^6
^{197}Hg	1×10^5	1×10^7
$^{197}\text{Hg}^m(\text{orgánico})$	1×10^5	1×10^6
$^{197}\text{Hg}^m(\text{inorgánico})$	1×10^5	1×10^6
$^{199}\text{Hg}^m$	1×10^5	1×10^6
^{203}Hg	1×10^5	1×10^5
^{193}Au	1×10^5	1×10^7
^{194}Au	1×10^4	1×10^4
^{195}Au	1×10^5	1×10^7
^{198}Au	1×10^5	1×10^6
$^{198}\text{Au}^m$	1×10^4	1×10^6
^{199}Au	1×10^5	1×10^6
^{200}Au	1×10^5	1×10^5
$^{200}\text{Au}^m$	1×10^4	1×10^6
^{201}Au	1×10^5	1×10^6
^{194}Tl	1×10^6	1×10^4
$^{194}\text{Tl}^m$	1×10^6	1×10^4
^{195}Tl	1×10^6	1×10^4
^{197}Tl	1×10^6	1×10^5
^{198}Tl	1×10^6	1×10^4
$^{198}\text{Tl}^m$	1×10^6	1×10^4
^{199}Tl	1×10^6	1×10^5
^{200}Tl	1×10^4	1×10^6
^{201}Tl	1×10^5	1×10^6
^{202}Tl	1×10^5	1×10^6

^{204}Tl	1×10^7	1×10^4
^{200}Bi	1×10^4	1×10^6
^{201}Bi	1×10^4	1×10^6
^{202}Bi	1×10^4	1×10^6
^{203}Bi	1×10^4	1×10^6
^{205}Bi	1×10^4	1×10^6
^{206}Bi	1×10^4	1×10^5
^{207}Bi	1×10^4	1×10^6
^{210}Bi	1×10^6	1×10^6
$^{210}\text{Bi}^{m+}$	1×10^4	1×10^5
$^{212}\text{Bi}^+$	1×10^4	1×10^5
^{213}Bi	1×10^5	1×10^6
^{214}Bi	1×10^4	1×10^5
$^{195}\text{Pb}^m$	1×10^4	1×10^6
^{198}Pb	1×10^5	1×10^6
^{199}Pb	1×10^4	1×10^6
^{200}Pb	1×10^5	1×10^6
^{201}Pb	1×10^4	1×10^6
^{202}Pb	1×10^6	1×10^6
$^{202}\text{Pb}^m$	1×10^4	1×10^6
^{203}Pb	1×10^5	1×10^6
^{205}Pb	1×10^7	1×10^7
^{209}Pb	1×10^6	1×10^6
$^{210}\text{Pb}^+$	1×10^4	1×10^4
^{211}Pb	1×10^5	1×10^6
$^{212}\text{Pb}^+$	1×10^4	1×10^5
^{214}Pb	1×10^5	1×10^6
^{203}Po	1×10^4	1×10^6
^{205}Po	1×10^4	1×10^6
^{206}Po	1×10^4	1×10^6
^{207}Po	1×10^4	1×10^6
^{208}Po	1×10^4	1×10^4
^{209}Po	1×10^4	1×10^4
^{210}Po	1×10^4	1×10^4
^{207}At	1×10^4	1×10^6
^{211}At	1×10^6	1×10^7
^{222}Fr	1×10^6	1×10^5
^{223}Fr	1×10^5	1×10^6
$^{220}\text{Rn}^+$	1×10^7	1×10^7
$^{222}\text{Rn}^+$	1×10^4	1×10^8
$^{223}\text{Ra}^+$	1×10^5	1×10^5
$^{224}\text{Ra}^+$	1×10^4	1×10^5
^{225}Ra	1×10^5	1×10^5
$^{226}\text{Ra}^+$	1×10^4	1×10^4

²²⁷ Ra	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²²⁸ Ra ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
²²⁶ Th ⁺	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
²²⁷ Th	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²²⁸ Th ⁺	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²²⁹ Th ⁺	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²³⁰ Th	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²³¹ Th	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
²³² Th	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
Th-natural ⁺ (inc. ²³² Th)sec	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²³⁴ Th ⁺	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁵
²²⁴ Ac	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²²⁵ Ac ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²²⁶ Ac	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
²²⁷ Ac ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ²
²²⁸ Ac	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²²⁷ Pa	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
²²⁸ Pa	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³⁰ Pa	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³¹ Pa	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²³² Pa	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³³ Pa	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
²³⁴ Pa	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³⁰ U ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
²³¹ U	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
²³² U	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²³³ U	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²³⁴ U	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²³⁵ U ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²³⁶ U	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²³⁷ U	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²³⁸ U ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
U natural ⁺ ²³⁸ U sec	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²³⁹ U	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²⁴⁰ U	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
²⁴⁰ U ⁺	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³² Np	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³³ Np	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
²³⁴ Np	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³⁵ Np	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
²³⁶ Np (1.15 x 10 ⁵ años)	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
²³⁶ Np (22.5 horas)	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
²³⁷ Np ⁺	1 X 10 ³	1 X 10 ³

²³⁸ Np	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³⁹ Np	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
²⁴⁰ Np	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³⁴ Pu	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
²³⁵ Pu	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
²³⁶ Pu	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²³⁷ Pu	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
²³⁸ Pu	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²³⁹ Pu	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²⁴⁰ Pu	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²⁴¹ Pu	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
²⁴² Pu	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²⁴³ Pu	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁷
²⁴⁴ Pu	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²⁴⁵ Pu	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²⁴⁶ Pu	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²³⁷ Am	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²³⁸ Am	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³⁹ Am	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²⁴⁰ Am	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²⁴¹ Am	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²⁴² Am	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
²⁴² Am ^{m+}	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²⁴³ Am ⁺	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²⁴⁴ Am	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
^{244m} Am	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁷
²⁴⁵ Am	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
²⁴⁶ Am	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
²⁴⁶ Am ^m	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²³⁸ Cm	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
²⁴⁰ Cm	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
²⁴¹ Cm	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²⁴² Cm	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
²⁴³ Cm	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²⁴⁴ Cm	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²⁴⁵ Cm	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²⁴⁶ Cm	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²⁴⁷ Cm	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²⁴⁸ Cm	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²⁴⁹ Cm	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
²⁵⁰ Cm	1 X 10 ²	1 X 10 ³
²⁴⁵ Bk	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²⁴⁶ Bk	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²⁴⁷ Bk	1 X 10 ³	1 X 10 ⁴
²⁴⁹ Bk	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶

²⁵⁰ Bk	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁶
²⁴⁴ Cf	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁷
²⁴⁶ Cf	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
²⁴⁸ Cf	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²⁴⁹ Cf	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²⁵⁰ Cf	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²⁵¹ Cf	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²⁵² Cf	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²⁵³ Cf	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
²⁵⁴ Cf	1 X 10 ³	1 X 10 ³
²⁵⁰ Es	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²⁵¹ Es	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷

²⁵³ Es	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵
²⁵⁴ Es	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁴
²⁵⁴ Es ^m	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²⁵² Fm	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
²⁵³ Fm	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁶
²⁵⁴ Fm	1 X 10 ⁷	1 X 10 ⁷
²⁵⁵ Fm	1 X 10 ⁶	1 X 10 ⁶
²⁵⁷ Fm	1 X 10 ⁴	1 X 10 ⁵
²⁵⁷ Md	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁷
²⁵⁸ Md	1 X 10 ⁵	1 X 10 ⁵

Nota:

Los valores de exención (columna 1) para concentraciones de actividad no aplican para cantidades de material mayores a 1000 kg.

(+) Los radionúclidos precursores y sus descendientes incluidos en equilibrio secular se enumera a continuación:

Tabla A.2

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
²²⁵ Ac ⁺	²²¹ F, ²¹⁷ At, ²¹³ B, ²¹³ Po (0.978), ²⁰⁹ Tl (0.0216), ²⁰⁹ Pb (0.978)
²²⁷ Ac ⁺	²²³ Fr (0.0138)
²²⁷ Ac	²²⁷ Th, ²²³ Ra, ²¹⁹ Rn, ²¹⁵ Po, ²¹¹ Pb, ²¹¹ Bi, ²⁰⁷ Tl
¹⁰⁸ Ag ^{m+}	¹⁰⁸ Ag (0.089)
²⁴² Am ^{m+}	²⁴² Am
²⁴³ Am ⁺	²³⁹ Np
¹⁴⁰ Ba ⁺	¹⁴⁰ La
²¹⁰ Bi ^{m+}	²⁰⁶ Tl
²¹² Bi ⁺	²⁰⁸ Tl (0.36), ²¹² Po (0.64)
¹⁴⁴ Ce	¹⁴⁴ Pr
¹³⁷ Cs ⁺	¹³⁷ Ba ^m
⁶⁰ Fe ⁺	⁶⁰ Co ^m
¹⁴⁶ Gd ⁺	¹⁴⁶ Eu
⁶⁸ Ge ⁺	⁶⁸ Ga
¹⁷² Hf ⁺	¹⁷² Lu
¹⁹⁴ Hg ⁺	¹⁹⁴ Au
¹⁹⁵ Hg ^{m+}	¹⁹⁵ Hg (0.542)
¹⁸⁹ Ir ⁺	¹⁸⁹ Os ^m
²⁸ Mg ⁺	²⁸ Al
²³⁷ Np ⁺	²³³ Pa
¹⁹⁴ Os ⁺	¹⁹⁴ Ir

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
²¹⁰ Pb ⁺	²¹⁰ Bi, ²¹⁰ Po
²¹² Pb ⁺	²¹² Bi, ²⁰⁸ Tl (0.36), ²¹² Po (0.64)
¹⁴⁸ Pm ^{m+}	¹⁴⁸ Pm (0.046)
¹⁸⁸ Pt ⁺	¹⁸⁸ Ir
²²³ Ra ⁺	²¹⁹ Rn, ²¹⁵ Po, ²¹¹ Pb, ²¹¹ Bi, ²⁰⁷ Tl
²²⁴ Ra ⁺	²²⁰ Rn, ²¹⁶ Po, ²¹² Pb, ²¹² Bi, ²⁰⁸ Tl (0.36), ²¹² Po (0.64)
²²⁶ Ra ⁺	²²² Rn, ²¹⁸ Po, ²¹⁴ Pb, ²¹⁴ Bi, ²¹⁴ Po, ²¹⁰ Pb, ²¹⁰ Bi, ²¹⁰ Po
²²⁸ Ra ⁺	²²⁸ Ac
⁸³ Rb ⁺	⁸³ Kr ^m
²²⁰ Rn ⁺	²¹⁶ Po
²²² Rn ⁺	²¹⁸ Po, ²¹⁴ Pb, ²¹⁴ Bi, ²¹⁴ Po
¹⁰⁶ Ru ⁺	¹⁰⁶ Rh
¹⁸⁹ Re ⁺	¹⁸⁹ Os ^m (0.241)
¹²¹ Sn ^{m+}	¹²¹ Sn (0.776)
¹²⁶ Sn ⁺	¹²⁶ Sb ^m
⁸⁰ Sr	⁸⁰ Rb
⁸² Sr	⁸² Rb
⁹⁰ Sr	⁹⁰ Y
⁹⁵ Tc ^{m+}	⁹⁵ Tc (0.04)
⁴⁴ Ti ⁺	⁴⁴ Sc
²²⁶ Th ⁺	²²² Ra, ²¹⁸ Rn, ²¹⁴ Po

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
$^{228}\text{Th}^+$	^{224}Ra , ^{220}Rn , ^{216}Po , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{208}Tl (0.36), ^{212}Po (0.64)
$^{229}\text{Th}^+$	^{225}Ra , ^{225}Ac , ^{221}Fr , ^{217}At , ^{213}Bi , ^{213}Po (0.978), ^{209}Pb (0.978)
Th-sec	^{228}Ra , ^{228}Ac , ^{228}Th , ^{224}Ra , ^{220}Rn , ^{216}Po , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{208}Tl (0.36), ^{212}Po (0.64)
$^{234}\text{Th}^+$	$^{234}\text{Pa}^m$
$^{230}\text{U}^+$	^{226}Th , ^{222}Ra , ^{218}Rn , ^{214}Po ,
$^{232}\text{U}^+$	^{228}Th , ^{224}Ra , ^{220}Rn , ^{216}Po , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{208}Tl (0.36), ^{212}Po (0.64)
$^{235}\text{U}^+$	^{231}Th
U-sec	^{234}Th , $^{234}\text{Pa}^m$, ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po , ^{210}Pb , ^{210}Bi ,

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
	^{210}Po
^{238}U	^{234}Th , $^{234}\text{Pa}^m$
$^{240}\text{U}^+$	^{240}Np
$^{178}\text{W}^+$	^{178}Ta
$^{188}\text{W}^+$	^{188}Re
$^{122}\text{Xe}^+$	^{122}I
$^{87}\text{Y}^+$	$^{87}\text{Sr}^m$
$^{93}\text{Zr}^+$	$^{93}\text{Nb}^m$
$^{97}\text{Zr}^+$	^{97}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 A.1. En este caso, los valores dados se refieren únicamente al radionúclido padre, pero ya tienen en cuenta el/los radionúclido(s) hijo(s).

Valores de exención para cantidades de materiales sólidos a granel

Tabla A.3

Radionúclido	Columna 1
	Concentración de actividad (kBq/kg)
^3H	100
^7Be	10
^{14}C	1
^{18}F	10
^{22}Na	0.1
^{24}Na	1
^{31}Si	1000
^{32}P	1000
^{33}P	1000
^{35}S	100
^{36}Cl	1
^{38}Cl	10
^{42}K	100
^{43}K	10
^{45}Ca	100
^{47}Ca	10
^{46}Sc	0.1
^{47}Sc	100
^{48}Sc	1
^{48}V	1
^{51}Cr	100

Radionúclido	Columna 1
	Concentración de actividad (kBq/kg)
^{51}Mn	10
^{52}Mn	1
^{52m}Mn	10
^{53}Mn	100
^{54}Mn	0.1
^{56}Mn	10
$^{52}\text{Fe}^a$	10
^{55}Fe	1000
^{59}Fe	1
^{55}Co	10
^{56}Co	0.1
^{57}Co	1
^{58}Co	1
^{58m}Co	10000
^{60}Co	0.1
^{60m}Co	1000
^{61}Co	100
^{62m}Co	10
^{59}Ni	100
^{63}Ni	100
^{65}Ni	10

Radionúclido	Columna 1
	Concentración de actividad (kBq/kg)
⁶⁴ Cu	100
⁶⁵ Zn	0.1
⁶⁹ Zn	1000
^{69m} Zn ^a	10
⁷² Ga	10
⁷¹ Ge	10000
⁷³ As	1000
⁷⁴ As	10
⁷⁶ As	10
⁷⁷ As	1000
⁷⁵ Se	1
⁸² Br	1
⁸⁶ Rb	100
⁸⁵ Sr	1
^{85m} Sr	100
^{87m} Sr	100
⁸⁹ Sr	1000
⁹⁰ Sr ^a	1
⁹¹ Sr ^a	10
⁹² Sr	10
⁹⁰ Y	1000
⁹¹ Y	100
^{91m} Y	100
⁹² Y	100
⁹³ Y	100
⁹³ Zr	10
⁹⁵ Zr ^a	1
⁹⁷ Zr ^a	10
^{93m} Nb	10
⁹⁴ Nb	0.1
⁹⁵ Nb	1
⁹⁷ Nb ^a	10
⁹⁸ Nb	10
⁹⁰ Mo	10
⁹³ Mo	10
⁹³ Mo ^a	10
¹⁰¹ Mo ^a	10
⁹⁶ Tc	1
^{96m} Tc	1000
⁹⁷ Tc	10
^{97m} Tc	100
⁹⁹ Tc	1
^{99m} Tc	100

⁹⁷ Ru	10
¹⁰³ Ru ^a	1
¹⁰⁵ Ru ^a	10
¹⁰⁶ Ru ^a	0.1
^{103m} Rh	10000
¹⁰⁵ Rh	100
¹⁰³ Pd ^a	1000
¹⁰⁹ Pd ^a	100
¹⁰⁵ Ag	1
^{110m} Ag ^a	0.1
¹¹¹ Ag	100
¹⁰⁹ Cd ^a	1
¹¹⁵ Cd ^a	10
^{115m} Cd ^a	100
¹¹¹ In	10
^{113m} In	100
^{114m} In ^a	10
^{115m} In	100
¹¹³ Sn ^a	1
¹²⁵ Sn	10
¹²² Sb	10
¹²⁴ Sb	1
¹²⁵ Sb ^a	0.1
^{123m} Te	1
^{125m} Te	1000
¹²⁷ Te	1000
^{127m} Te ^a	10
¹²⁹ Te	100
^{129m} Te ^a	10
¹³¹ Te	100
^{131m} Te ^a	10
¹³² Te ^a	1
¹³³ Te	10
^{133m} Te	10
¹³⁴ Te	10
¹²³ I	100
¹²⁵ I	100
¹²⁶ I	10
¹²⁹ I	0.01
¹³⁰ I	10
¹³¹ I	10
¹³² I	10
¹³³ I	10
¹³⁴ I	10
¹³⁵ I	10
¹²⁹ Cs	10

¹³¹ Cs	1000
¹³² Cs	10
¹³⁴ Cs	0.1
^{134m} Cs	1000
¹³⁵ Cs	100
¹³⁶ Cs	1
¹³⁷ Cs ^a	0.1
¹³⁸ Cs	10
¹³¹ Ba	10
¹⁴⁰ Ba	1
¹⁴⁰ La	1
¹³⁹ Ce	1
¹⁴¹ Ce	100
¹⁴³ Ce	10
¹⁴⁴ Ce ^a	10
¹⁴² Pr	100
¹⁴³ Pr	1000
¹⁴⁷ Nd	100
¹⁴⁹ Nd	100
¹⁴⁷ Pm	1000
¹⁴⁹ Pm	1000
¹⁵¹ Sm	1000
¹⁵³ Sm	100
¹⁵² Eu	0.1
^{152m} Eu	100
¹⁵⁴ Eu	0.1
¹⁵⁵ Eu	1
¹⁵³ Gd	10
¹⁵⁹ Gd	100
¹⁶⁰ Tb	1
¹⁶⁵ Dy	1000
¹⁶⁶ Dy	100
¹⁶⁶ Ho	100
¹⁶⁹ Er	1000
¹⁷¹ Er	100
¹⁷⁰ Tm	100
¹⁷¹ Tm	1000
¹⁷⁵ Yb	100
¹⁷⁷ Lu	100
¹⁸¹ Hf	1
¹⁸² Ta	0.1
¹⁸¹ W	10
¹⁸⁵ W	1000
¹⁸⁷ W	10
¹⁸⁶ Re	1000
¹⁸⁸ Re	100

¹⁸⁵ Os	1
¹⁹¹ Os	100
^{191m} Os	1000
¹⁹³ Os	100
¹⁹⁰ Ir	1
¹⁹² Ir	1
¹⁹⁴ Ir	100
¹⁹¹ Pt	10
^{193m} Pt	1000
¹⁹⁷ Pt	1000
^{197m} Pt	100
¹⁹⁸ Au	10
¹⁹⁹ Au	100
¹⁹⁷ Hg	100
^{197m} Hg	100
²⁰³ Hg	10
²⁰⁰ Tl	10
²⁰¹ Tl	100
²⁰² Tl	10
²⁰⁴ Tl	1
²⁰³ Pb	10
²⁰⁶ Bi	1
²⁰⁷ Bi	0.1
²⁰³ Po	10
²⁰⁵ Po	10
²⁰⁷ Po	10
²¹¹ At	1000
²²⁵ Ra	10
²²⁷ Ra	100
²²⁶ Th	1000
²²⁹ Th	0.1
²³⁰ Pa	10
²³³ Pa	10
²³⁰ U	10
²³¹ U	100
²³² U ^a	0.1
²³³ U	1
²³⁶ U	10
²³⁷ U	100
²³⁹ U	100
²⁴⁰ U ^a	100
²³⁷ Np ^a	1
²³⁹ Np	100
²⁴⁰ Np	10
²³⁴ Pu	100
²³⁵ Pu	100

^{236}Pu	1
^{237}Pu	100
^{238}Pu	0.1
^{239}Pu	0.1
^{240}Pu	0.1
^{241}Pu	10
^{242}Pu	0.1
^{243}Pu	1000
$^{244}\text{Pu}^a$	0.1
^{241}Am	0.1
^{242}Am	1.000
$^{242m}\text{Am}^a$	0.1
$^{243}\text{Am}^a$	0.1
^{242}Cm	10
^{243}Cm	1
^{244}Cm	1
^{245}Cm	0.1
^{246}Cm	0.1

$^{247}\text{Cm}^a$	0.1
^{248}Cm	0.1
^{249}Bk	100
^{246}Cf	1000
^{248}Cf	1
^{249}Cf	0.1
^{250}Cf	1
^{251}Cf	0.1
^{252}Cf	1
^{253}Cf	100
^{254}Cf	1
^{253}Es	100
$^{254}\text{Es}^a$	0.1
$^{254m}\text{Es}^a$	10
^{254}Fm	10.000
^{255}Fm	100

^a A continuación se enumeran los radionúclidos progenitores, así como su progenie cuyas contribuciones a las dosis se tienen en cuenta en los cálculos de las dosis (por lo que sólo hay que considerar el nivel de exención del radionúclido progenitor):

^{52}Fe	^{52m}Mn
^{69m}Zn	^{69}Zn
^{90}Sr	^{90}Y
^{91}Sr	^{91m}Y
^{95}Zr	^{95}Nb
^{97}Zr	$^{97m}\text{Nb}, ^{97}\text{Nb}$
^{97}Nb	^{97m}Nb
^{99}Mo	^{99m}Tc
^{101}Mo	^{101}Tc
^{103}Ru	^{103m}Rh
^{105}Ru	^{105m}Rh
^{106}Ru	^{106}Rh
^{103}Pd	^{103m}Rh
^{109}Pd	^{109m}Ag
^{110m}Ag	^{110}Ag
^{109}Cd	^{109m}Ag
^{115}Cd	^{115m}In
^{115m}Cd	^{115m}In
^{114m}In	^{114}In

^{113}Sn	^{113m}In
^{125}Sb	^{125m}Te
^{127m}Te	^{127}Te
^{129m}Te	^{129}Te
^{131m}Te	^{131}Te
^{132}Te	^{132}I
^{137}Cs	^{137m}Ba
^{144}Ce	$^{144}\text{Pr}, ^{144m}\text{Pr}$
^{232}U	$^{228}\text{Th}, ^{224}\text{Ra}, ^{220}\text{Rn}, ^{216}\text{Po}, ^{212}\text{Pb}, ^{212}\text{Bi}, ^{208}\text{Tl}$
^{240}U	$^{240m}\text{Np}, ^{240}\text{Np}$
^{237}Np	^{233}Pa
^{244}Pu	$^{240}\text{U}, ^{240m}\text{Np}, ^{240}\text{Np}$
^{242m}Am	^{238}Np
^{243}Am	^{239}Np
^{247}Cm	^{243}Pu
^{254}Es	^{250}Bk
^{254m}Es	^{254}Fm

Nota

a) Los límites de exención indicados en la Tabla A.1 y los niveles de exención indicados en la presente tabla están supeditados a las siguientes consideraciones: a) se derivaron utilizando un modelo conservador basado en los criterios de los numerales 3.3.1 y 3.3.2, y

b) Si hay más de un radionúclido, el límite de exención derivado para materiales a granel para la mezcla se determina conforme a lo siguiente:

$$X_m = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{f(i)}{X(i)}}$$

donde

$f(i)$ es la fracción de actividad o concentración de actividad, según el caso, del radionúclido i en la mezcla;

$X(i)$ es el límite aplicable al radionúclido i indicado en la Tabla A.1 o en la Tabla A.2;

y n es el número de radionúclidos presentes.

Apéndice B (Normativo)

Información para solicitar la autorización de exención incondicional de una fuente de radiación ionizante o de un equipo generador de radiación ionizante.

Para solicitar la autorización de exención incondicional de una fuente de radiación ionizante o de un equipo generador de radiación ionizante, el solicitante debe entregar a la Comisión la siguiente información, según sea el caso:

B.1 Denominación o razón social, domicilio legal, dirección de la instalación en donde se ubicará la fuente o el equipo generador de radiación ionizante, copia simple del documento legal que acredite la personalidad jurídica del solicitante y su representante legal;

B.2 Un escrito en formato libre en donde se especifiquen las actividades en las cuales será utilizada la fuente de radiación ionizante o el equipo generador de radiación ionizante motivo de la presente solicitud de exención incondicional;

B.3 Para el caso de fuentes de radiación ionizante, se debe entregar la información relativa a:

B.3.1 Radionúclido, forma física y química, marca y modelo;

B.3.2 Certificado de calibración o actividad y fecha en que es válida, en el que indique la actividad o concentración de actividad de la fuente de radiación ionizante, y

B.3.3 Comparativo en el que se demuestre que la actividad o la concentración de actividad de la fuente de radiación ionizante de la cual solicita la autorización de exención incondicional no supera los límites de actividad o concentración de actividad establecidos en la presente norma.

B.4 Para el caso de equipos generadores de radiación ionizante, es suficiente entregar al menos uno de los siguientes documentos:

B.4.1 Copia de las especificaciones técnicas de operación o copia del manual en donde el fabricante acredite que el equipo en las condiciones normales de operación y en las condiciones previsibles de emergencia la rapidez de dosis no excede de 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ a 10 cm de cualquier superficie accesible del equipo.

En caso de que estos documentos estén en idioma diferente al idioma español o inglés, debe presentar la traducción certificada al idioma español.

B.4.2 En caso de contar con una autorización previa en donde se haya declarado exento de licencia de operación al equipo generador de radiación ionizante, indicar el número de autorización emitida por la Comisión, así como la marca y modelo del equipo.

B.4.3 Para equipos que hayan sido exentados en su país de origen, copia de la autorización emitida por la Autoridad Reguladora Nacional en materia de seguridad radiológica en donde se indique que el equipo (incluyendo marca y modelo) se encuentra exento y que indique que la rapidez de equivalente de dosis que no excede de 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ a 10 cm de cualquier superficie accesible del equipo. En caso de documentos en idioma diferente al idioma español o al inglés, debe presentar copia de la traducción certificada al idioma español.

B.4.4 Copia de las especificaciones técnicas en donde se demuestre que la energía máxima de la radiación producida no es superior a 5 keV.

Apéndice C (Normativo) Información para solicitar la autorización de exención condicional de fuentes de radiación ionizante o prácticas.

Al solicitar la autorización para la exención condicional de fuentes de radiación ionizante o prácticas, se debe entregar a la Comisión la siguiente información:

C.1 Denominación o razón social, domicilio legal y dirección de la instalación donde se utilizará la fuente de radiación ionizante o en donde se realizará la práctica, información relativa a la personalidad del solicitante y su representante legal.

C.2 Descripción de las actividades en las cuales se utilizarán las fuentes de radiación ionizante o las correspondientes a la práctica que se pretende exentar condicionalmente;

C.3 Para el caso de fuentes de radiación ionizante, se debe entregar la información relativa a:

C.3.1 Radionúclido, formas física y química, marca y modelo;

C.3.2 Certificado de calibración o actividad y fecha en que es válida, en el que indique la actividad o concentración de actividad de la fuente de radiación ionizante.

C.4 Si la práctica motivo de la solicitud de exención condicional, involucra el uso de equipos generadores de radiación ionizante se debe entregar la siguiente información: Hoja de especificaciones expedido por el fabricante en el que se indique la marca, modelo, número de serie, voltaje y corriente.

C.5 Para demostrar el cumplimiento con los criterios de exención establecidos en el numeral 3.1, se debe incluir la siguiente información:

C.5.1 Descripción de los escenarios y las vías de exposición, obtenidos a partir de las actividades descritas en el numeral C.2 de la presente norma;

C.5.2 Descripción del modelado de los escenarios y las vías de exposición utilizadas para determinar los valores del equivalente de dosis efectiva que producen la fuente de radiación ionizante o la práctica motivo de la solicitud de exención condicional. En el caso de que se recurra a suposiciones que faciliten el modelado y el cálculo, debe presentarse la justificación de que éstas son conservadoras.

C.5.3 La información utilizada para la ejecución de los modelos y los resultados arrojados por los mismos, la cual debe ser suficiente para que se puedan reproducir los resultados entregados, y

C.5.4 Los resultados obtenidos y su comparación con los criterios de exención.

C.6 El destino final de la fuente radiactiva una vez que haya sido declarada como desecho.

Apéndice D (Normativo)

Información para solicitar la autorización de exención 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:

D.1 Denominación o razón social, domicilio legal de quien solicita la exención condicional de los productos de consumo, información relativa a la personalidad del solicitante y su representante legal;

D.2 Identificación de la marca y del modelo del producto de consumo;

D.3 Descripción de las actividades en las cuales se utilizarán los productos de consumo y vida útil prevista;

D.4 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;

D.5 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;

D.6 Las medidas que se tomarán, según proceda, para:

D.6.1 Recuperar los productos de consumo cuando dejen de usarse;

D.6.2 Realizar su gestión final de forma segura, o

D.6.3 Demostrar mediante un análisis que cuando el producto sea desechado por el consumidor, éste no constituirá un riesgo para la población.

D.7 Para el caso de productos de consumo de importación se debe entregar la información oficial que acredite que la fabricación y distribución como producto de consumo condicionalmente exento en el país de origen están autorizadas, y

D.8 Para el caso de los productos de consumo de fabricación nacional, se debe entregar además la siguiente información:

D.8.1 Planos y/o diagramas donde se resalte la ubicación de la fuente de radiación ionizante dentro del producto de consumo;

D.8.2 Un análisis de las situaciones que accidentalmente puedan presentarse, incluyendo la utilización incorrecta y el acceso a la población por pérdida del control sobre el mismo;

D.8.3 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, y

D.8.4 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.

7. Bibliografía

- 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.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. IAEA.TECDOC-401. Exemption of radiation sources and practices from regulatory control. Technical document. 1987. Vienna, Austria.
- 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.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. IAEA. TECDOC-1000. Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research. 1998. Vienna, Austria.
- 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.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. Derivation of activity concentration values for exclusion, exemption and clearance. IAEA. Safety Reports Series No. 44. 2005. Vienna, Austria.
- Commission of European Communities. 1993 Radiation Protection-65 Principles and methods for establishing concentrations and quantities (Exemption values) below which reporting is not required in the European directive. Commission of European Communities-Radiation protection division. Luxembourg.

- Commission of European Communities. 2002. Radiation Protection-122 Practical use of the concepts of clearance and exemption-Part II. Application of the concepts of the concepts of exemption and clearance to natural radiation sources. Commission of European Communities-Radiation protection division. Luxembourg.
- 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.
- 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.
- 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.

TRANSITORIOS

Primero. La presente Norma Oficial Mexicana una vez publicada en el Diario Oficial de la Federación como norma definitiva, entrará en vigor a los 60 días naturales contados a partir del día siguiente al de su publicación.

Segundo. Una vez que la presente Norma Oficial Mexicana entre en vigor como norma definitiva se deroga la 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", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de octubre de 2011.

Ciudad de México, a 11 de junio de 2020.- 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.