

DOF: 09/12/2020

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 CivilSecretaría de Gobernación.
- Secretaría de Energía.

- 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_i 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_i la concentración de actividad para el radionúclido i según corresponda y LA_i es el límite de actividad (columna 2) y LC_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
	Concentración de actividad (Bq/kg)	Actividad (Bq)

3H y Compuestos tritizados	1 X 109	1 X 109
7B	1 X 106	1 X 107
10Be	1 X 107	1 X 106
11C	1 x 104	1 X 106
11C monóxido	1 x 104	1 X 109
11C dióxido	1 x 104	1 X 109
14C	1 X 107	1 X 107
14C monóxido	1 X 1012	1 X 1011
14C dióxido	1 X 1010	1 X 1011
13N	1 X 105	1 X 109
19Ne	1 X 105	1 X 109
15O	1 X 105	1 X 109
18F	1 X 104	1 X 106
22Na	1 X 104	1 X 106
24Na	1 X 104	1 X 105
28Mg ⁺	1 X 104	1 X 105
26Al	1 X 104	1 X 105
31Si	1 X 106	1 X 106
32Si	1 X 106	1 X 106
32P	1 X 106	1 X 105
33P	1 X 108	1 X 108
35S	1 X 108	1 X 108
35S (vapor)	1 X 109	1 X 109
36Cl	1 X 107	1 X 106
38Cl	1 X 104	1 X 105
39Cl	1 X 104	1 X 105
37Ar	1 X 109	1 X 108
39Ar	1 X 1010	1 X 104
41Ar	1 X 105	1 X 109
40K	1 X 105	1 X 106
42K	1 X 105	1 X 106
43K	1 X 104	1 X 106
44K	1 X 104	1 X 105
45K	1 X 104	1 X 105
41Ca	1 X 104	1 X 106
45Ca	1 X 107	1 X 107
47Ca	1 X 104	1 X 106
43Sc	1 X 104	1 X 106
44Sc	1 X 104	1 X 105
44Sc ^m	1 X 105	1 X 107
45Sc	1 X 105	1 X 107
46Sc	1 X 104	1 X 106
47Sc	1 X 105	1 X 106
48Sc	1 X 104	1 X 105
49Sc	1 X 106	1 X 105
44Ti ⁺	1 X 104	1 X 105
45Ti	1 X 104	1 X 106
47V	1 X 104	1 X 105

48V	1 X 104	1 X 105
49V	1 X 104	1 X 107
48Cr	1 X 105	1 X 106
49Cr	1 X 104	1 X 106
51Cr	1 X 106	1 X 107
52Fe	1 X 104	1 X 106
55Fe	1 X 107	1 X 106
59Fe	1 X 104	1 X 106
60Fe ⁺	1 X 105	1 X 105
51Mn	1 X 104	1 X 105
52Mn	1 X 104	1 X 105
52Mn ^m	1 X 104	1 X 105
53Mn	1 X 107	1 X 109
54Mn	1 X 104	1 X 106
56Mn	1 X 104	1 X 105
55Co	1 X 104	1 X 106
56Co	1 X 104	1 X 105
57Co	1 X 105	1 X 106
58Co	1 X 104	1 X 106
58Co ^m	1 X 107	1 X 107
60Co	1 X 104	1 X 105
60Co ^m	1 X 106	1 X 106
61Co	1 X 105	1 X 106
62Co ^m	1 X 104	1 X 105
56Ni	1 X 104	1 X 106
57Ni	1 X 104	1 X 106
59Ni	1 X 107	1 X 108

63Ni	1 X 108	1 X 108
65Ni	1 X 104	1 X 106
67Ni	1 X 107	1 X 107
60Cu	1 X 104	1 X 105
61Cu	1 X 104	1 X 106
64Cu	1 X 105	1 X 106
67Cu	1 X 105	1 X 106
62Zn	1 X 105	1 X 106
63Zn	1 X 104	1 X 105
65Zn	1 X 104	1 X 106
69Zn	1 X 107	1 X 106
69Zn ^m	1 X 105	1 X 106
71Zn ^m	1 X 104	1 X 106
72Zn	1 X 105	1 X 106
66Ge	1 X 104	1 X 106
67Ge	1 X 104	1 X 105
68Ge ⁺	1 X 104	1 X 105
69Ge	1 X 104	1 X 106
71Ge	1 X 107	1 X 108
75Ge	1 X 106	1 X 106

77Ge	1 X 104	1 X 105
78Ge	1 X 105	1 X 106
65Ga	1 X 104	1 X 105
66Ga	1 X 104	1 X 105
67Ga	1 X 105	1 X 106
68Ga	1 X 104	1 X 105
70Ga	1 X 106	1 X 106
72Ga	1 X 104	1 X 105
73Ga	1 X 105	1 X 106
69As	1 X 104	1 X 105
70As	1 X 104	1 X 105
71As	1 X 104	1 X 106
72As	1 X 104	1 X 105
73As	1 X 106	1 X 107
74As	1 X 104	1 X 106
76As	1 X 105	1 X 105
77As	1 X 106	1 X 106
78As	1 X 104	1 X 105
70Se	1 X 104	1 X 106
73Se	1 X 104	1 X 106
73Se ^m	1 X 105	1 X 106
75Se	1 X 105	1 X 106
79Se	1 X 107	1 X 107
81Se	1 X 106	1 X 106
81Se ^m	1 X 106	1 X 107
83Se	1 X 104	1 X 105
74Br	1 X 104	1 X 105
74Br ^m	1 X 104	1 X 105
75Br	1 X 104	1 X 106
76Br	1 X 104	1 X 105
77Br	1 X 105	1 X 106
80Br	1 X 105	1 X 105
80Br ^m	1 X 106	1 X 107
82Br	1 X 104	1 X 106
83Br	1 X 106	1 X 106
84Br	1 X 104	1 X 105
74Kr	1 X 105	1 X 109
76Kr	1 X 105	1 X 109
77Kr	1 X 105	1 X 109
79Kr	1 X 106	1 X 105
81Kr	1 X 107	1 X 107
81Kr ^m	1 X 106	1 X 1010
83Kr ^m	1 X 108	1 X 1012
85Kr	1 X 108	1 X 104
85Kr ^m	1 X 106	1 X 1010
87Kr	1 X 105	1 X 109
88Kr	1 X 105	1 X 109

80Sr	1 X 106	1 X 107
81Sr	1 X 104	1 X 105
82Sr ⁺	1 X 104	1 X 105
83Sr	1 X 104	1 X 102
85Sr	1 X 105	1 X 106
85Sr ^m	1 X 105	1 X 107
87Sr ^m	1 X 105	1 X 106
89Sr	1 X 106	1 X 106
90Sr ⁺	1 X 105	1 X 104
91Sr	1 X 104	1 X 105
92Sr	1 X 104	1 X 106
86Y	1 X 104	1 X 105
86Y ^m	1 X 105	1 X 107

87Y ⁺	1 X 104	1 X 106
88Y	1 X 104	1 X 106
90Y	1 X 106	1 X 105
90Y ^m	1 X 104	1 X 106
91Y	1 X 106	1 X 106
91Y ^m	1 X 105	1 X 106
92Y	1 X 105	1 X 105
93Y	1 X 105	1 X 105
94Y	1 X 104	1 X 105
95Y	1 X 104	1 X 105
79Rb	1 X 104	1 X 105
81Rb	1 X 104	1 X 106
81Rb ^m	1 X 106	1 X 107
82Rb ^m	1 X 104	1 X 106
83Rb ⁺	1 X 105	1 X 106
84Rb	1 X 104	1 X 106
86Rb	1 X 105	1 X 105
87Rb	1 X 107	1 X 107
88Rb	1 X 104	1 X 105
89Rb	1 X 104	1 X 105
86Zr	1 X 105	1 X 107
88Zr	1 X 105	1 X 106
89Zr	1 X 104	1 X 106
93Zr ⁺	1 X 106	1 X 107
95Zr	1 X 104	1 X 106
97Zr ⁺	1 X 104	1 X 105
88Nb	1 X 104	1 X 105
89Nb (2.03 horas)	1 X 104	1 X 105
89Nb (1.01 horas)	1 X 104	1 X 105
90Nb	1 X 104	1 X 105
93Nb ^m	1 X 107	1 X 107
94Nb	1 X 104	1 X 106
95Nb	1 X 104	1 X 106

95Nb ^m	1 X 105	1 X 107
96Nb	1 X 104	1 X 105
97Nb	1 X 104	1 X 106
98Nb	1 X 104	1 X 105
93Tc	1 X 104	1 X 106
93Tc ^m	1 X 104	1 X 106
94Tc	1 X 104	1 X 106
94Tc ^m	1 X 104	1 X 105
95Tc	1 X 104	1 X 106
95Tc ^{m+}	1 X 104	1 X 106
96Tc	1 X 104	1 X 106
96Tc ^m	1 X 106	1 X 107
97Tc	1 X 106	1 X 108
97Tc ^m	1 X 106	1 X 107
98Tc	1 X 104	1 X 106
99Tc	1 X 107	1 X 107
99Tc ^m	1 X 105	1 X 107
101Tc	1 X 105	1 X 106
104Tc	1 X 104	1 X 105
90Mo	1 X 104	1 X 106
93Mo	1 X 106	1 X 108
99Mo ^m	1 X 104	1 X 106
99Mo	1 X 105	1 X 106
101Mo	1 X 104	1 X 106
94Ru	1 X 105	1 X 106
97Ru	1 X 105	1 X 107
103Ru	1 X 105	1 X 106
105Ru	1 X 104	1 X 106
106Ru ⁺	1 X 105	1 X 105
99Rh	1 X 104	1 X 106
99Rh ^m	1 X 104	1 X 106
100Rh	1 X 104	1 X 106
101Rh	1 X 105	1 X 107
101Rh ^m	1 X 105	1 X 106
102Rh	1 X 104	1 X 106
102Rh ^m	1 X 105	1 X 106
103Rh ^m	1 X 107	1 X 108
105Rh	1 X 105	1 X 107
106Rh ^m	1 X 104	1 X 105
107Rh	1 X 105	1 X 106
100Pd	1 X 105	1 X 107
101Pd	1 X 105	1 X 106
103Pd	1 X 106	1 X 108
107Pd	1 X 108	1 X 108
109Pd	1 X 106	1 X 106
104Cd	1 X 105	1 X 107
107Cd	1 X 106	1 X 107

109Cd	1 X 107	1 X 106
113Cd	1 X 106	1 X 106
113Cd ^m	1 X 106	1 X 106
115Cd	1 X 105	1 X 106
115Cd ^m	1 X 106	1 X 106
117Cd	1 X 104	1 X 106
117Cd ^m	1 X 104	1 X 106
102Ag	1 X 104	1 X 105
103Ag	1 X 104	1 X 106
104Ag	1 X 104	1 X 106
104Ag ^m	1 X 104	1 X 106
105Ag	1 X 105	1 X 106
106Ag	1 X 104	1 X 106
106Ag ^m	1 X 104	1 X 106
108Ag ^{m+}	1 x 104	1 x 106
110Ag ^m	1 X 104	1 X 106
111Ag	1 X 106	1 X 106
112Ag	1 X 104	1 X 105
115Ag	1 X 104	1 X 105
109In	1 X 104	1 X 106
110In (4.9 horas)	1 X 104	1 X 106
110In (69.1 minutos)	1 X 104	1 X 105
111In	1 X 105	1 X 106
112In	1 X 105	1 X 106
113In ^m	1 X 105	1 X 106
114In	1 X 106	1 X 105
114In ^m	1 X 105	1 X 106
115In	1 X 106	1 X 105
115In ^m	1 X 105	1 X 106
116In ^m	1 X 104	1 X 105
117In	1 X 104	1 X 106
117In ^m	1 X 105	1 X 106
119In ^m	1 X 105	1 X 105
110Sn	1 X 105	1 X 107
111Sn	1 X 105	1 X 106
113Sn	1 X 106	1 X 107
117Sn ^m	1 X 105	1 X 106
119Sn ^m	1 X 106	1 X 107
121Sn	1 X 108	1 X 107
121Sn ^{m+}	1 X 106	1 X 107
123Sn	1 X 106	1 X 106
123Sn ^m	1 X 105	1 X 106
125Sn	1 X 105	1 X 105
126Sn ⁺	1 X 104	1 X 105
127Sn	1 X 104	1 X 106
128Sn	1 X 104	1 X 106

115Sb	1 X 104	1 X 106
116Sb	1 X 104	1 X 106
116Sb ^m	1 X 104	1 X 105
117Sb	1 X 105	1 X 107
118Sb	1 X 104	1 X 106
118Sb ^m	1 X 104	1 X 106
119Sb	1 X 106	1 X 107
120Sb (5.76 días)	1 X 104	1 X 106
120Sb(15.89 minutos)	1 X 105	1 X 106
122Sb	1 X 105	1 X 104
124Sb	1 X 104	1 X 106
124Sb ^m	1 X 105	1 X 106
125Sb	1 X 105	1 X 106
126Sb	1 X 104	1 X 105
126Sb ^m	1 X 104	1 X 106
127Sb	1 X 104	1 X 105
128Sb (9.01 horas)	1 X 104	1 X 105
128Sb (10.4 minutos)	1 X 104	1 X 106
129Sb	1 X 104	1 X 106
130Sb	1 X 104	1 X 105
131Sb	1 X 104	1 X 106
120I	1 X 104	1 X 105
120I ^m	1 X 104	1 X 105
120I	1 X 105	1 X 106
123I	1 X 105	1 X 107
124I	1 X 104	1 X 106
125I	1 X 106	1 X 106
126I	1 X 105	1 X 106
128I	1 X 105	1 X 105
129I	1 X 105	1 X 105
130I	1 X 104	1 X 106
131I	1 X 105	1 X 106
132I	1 X 104	1 X 105
132I ^m	1 X 105	1 X 106

133I	1 X 104	1 X 106
134I	1 X 104	1 X 105
135I	1 X 104	1 X 106
125Cs	1 X 104	1 X 104
127Cs	1 X 105	1 X 105
129Cs	1 X 105	1 X 105
130Cs	1 X 105	1 X 106
131Cs	1 X 106	1 X 106
132Cs	1 X 104	1 X 105
134Cs ^m	1 X 106	1 X 105
134Cs	1 X 104	1 X 104
135Cs ^m	1 X 104	1 X 106

135Cs	1 X 107	1 X 107
136Cs	1 X 104	1 X 105
137Cs ⁺	1 X 104	1 X 104
138Cs	1 X 104	1 X 104
116Te	1 X 105	1 X 107
121Te	1 X 104	1 X 106
121Te ^m	1 X 105	1 X 106
123Te	1 X 106	1 X 107
123Te	1 X 105	1 X 107
125Te ^m	1 X 106	1 X 107
127Te	1 X 106	1 X 106
127Te ^m	1 X 106	1 X 107
129Te	1 X 105	1 X 106
129Te ^m	1 X 106	1 X 106
131Te	1 X 105	1 X 105
131Te ^m	1 X 104	1 X 106
132Te	1 X 105	1 X 107
133Te	1 X 104	1 X 105
133Te ^m	1 X 104	1 X 105
134Te	1 X 104	1 X 106
120Xe	1 X 105	1 X 109
121Xe	1 X 105	1 X 109
122Xe ⁺	1 X 105	1 X 109
123Xe	1 X 105	1 X 109
125Xe	1 X 106	1 X 109
127Xe	1 X 106	1 X 105
129Xe ^m	1 X 106	1 X 104
131Xe ^m	1 X 107	1 X 104
133Xe ^m	1 X 106	1 X 104
133Xe	1 X 106	1 X 104
135Xe	1 X 106	1 X 1010
135Xe ^m	1 X 105	1 X 109
138Xe	1 X 105	1 X 109
134Ce	1 X 106	1 X 107
135Ce	1 X 104	1 X 103
137Ce	1 X 106	1 X 107
137Ce ^m	1 X 106	1 X 103
139Ce	1 X 105	1 X 106
141Ce	1 X 105	1 X 107
143Ce	1 X 105	1 X 106
144Ce ⁺	1 X 105	1 X 105
126Ba	1 X 105	1 X 107
128Ba	1 X 105	1 X 107
131Ba	1 X 105	1 X 106
131Ba ^m	1 X 105	1 X 107
133Ba	1 X 105	1 X 106
133Ba ^m	1 X 105	1 X 106

135Ba ^m	1 X 105	1 X 106
137Ba ^m	1 X 104	1 X 106
139Ba	1 X 105	1 X 105
140Ba ⁺	1 X 104	1 X 105
141Ba	1 X 104	1 X 105
142Ba	1 X 104	1 X 106
131La	1 X 104	1 X 106
132La	1 X 104	1 X 106
135La	1 X 106	1 X 107
137La	1 X 106	1 X 107
138La	1 X 104	1 X 106
140La	1 X 104	1 X 105
141La	1 X 105	1 X 105
152La	1 X 104	1 X 105
143La	1 X 105	1 X 105
136Pr	1 X 104	1 X 105
137Pr	1 X 105	1 X 106
138Pr ^m	1 X 104	1 X 106
139Pr	1 X 105	1 X 107
142Pr	1 X 105	1 X 105
142Pr ^m	1 X 1010	1 X 109

143Pr	1 X 107	1 X 106
144Pr	1 X 105	1 X 105
145Pr	1 X 106	1 X 105
147Pr	1 X 104	1 X 105
141Pm	1 X 104	1 X 105
143Pm	1 X 105	1 X 106
144Pm	1 X 104	1 X 106
145Pm	1 X 106	1 X 107
146Pm	1 X 104	1 X 106
147Pm	1 X 107	1 X 107
148Pm	1 X 104	1 X 106
148 Pm ^m	1 X 104	1 X 106
149Pm	1 X 106	1 X 106
150Pm	1 X 104	1 X 105
151Pm	1 X 105	1 X 106
136Nd	1 X 105	1 X 106
138Nd	1 X 106	1 X 107
139Nd	1 X 105	1 X 106
139Nd ^m	1 X 104	1 X 106
141Nd	1 X 105	1 X 107
147Nd	1 X 105	1 X 106
149Nd	1 X 105	1 X 106
151Nd	1 X 104	1 X 105
141Sm	1 X 104	1 X 105
141Sm ^m	1 X 104	1 X 106

142Sm	1 X 102	1 X 107
145Sm	1 X 102	1 X 107
146Sm	1 X 104	1 X 105
147Sm	1 X 104	1 X 104
151Sm	1 X 107	1 X 108
153Sm	1 X 105	1 X 106
155Sm	1 X 105	1 X 106
156Sm	1 X 105	1 X 106
145Eu	1 X 104	1 X 106
146Eu	1 X 104	1 X 106
147Eu	1 X 105	1 X 106
148Eu	1 X 104	1 X 106
149Eu	1 X 105	1 X 107
150Eu (34.2 años)	1 X 104	1 X 106
150Eu (12.6 horas)	1 X 106	1 X 106
152Eu	1 X 104	1 X 106
152 ^m Eu	1 X 105	1 X 106
154Eu	1 X 104	1 X 106
155Eu	1 X 105	1 X 107
156Eu	1 X 104	1 X 106
157Eu	1 X 105	1 X 106
158Eu	1 X 104	1 X 105
145Gd	1 X 104	1 X 105
146Gd ⁺	1 X 104	1 X 106
147Gd	1 X 104	1 X 106
148Gd	1 X 104	1 X 104
149Gd	1 X 105	1 X 106
151Gd	1 X 105	1 X 107
152Gd	1 X 104	1 X 104
153Gd	1 X 105	1 X 107
159Gd	1 X 106	1 X 106
147Tb	1 X 104	1 X 106
149Tb	1 X 104	1 X 106
150Tb	1 X 104	1 X 106
151Tb	1 X 104	1 X 106
153Tb	1 X 105	1 X 107
154Tb	1 X 104	1 X 106
155Tb	1 X 105	1 X 107
156Tb	1 X 104	1 X 106
156Tb ^m (24.4 horas)	1 X 106	1 X 107
156Tb ^m (5 horas)	1 X 107	1 X 107
157Tb	1 X 107	1 X 107
158Tb	1 X 104	1 X 106
160Tb	1 X 104	1 X 106
161Tb	1 X 106	1 X 106
155Dy	1 X 104	1 X 106
157Dy	1 X 105	1 X 106

159Dy	1 X 106	1 X 107
165Dy	1 X 106	1 X 106
166Dy	1 X 106	1 X 106
155Ho	1 X 105	1 X 106
157Ho	1 X 105	1 X 106
159Ho	1 X 105	1 X 106
161Ho	1 X 105	1 X 107
162Ho	1 X 105	1 X 107

162Ho ^m	1 X 104	1 X 106
164Ho	1 X 106	1 X 106
164Ho ^m	1 X 106	1 X 107
166Ho	1 X 106	1 X 105
166Ho ^m	1 X 104	1 X 106
167Ho	1 X 105	1 X 106
161Er	1 X 104	1 X 106
165Er	1 X 106	1 X 107
169Er	1 X 107	1 X 107
171Er	1 X 105	1 X 106
172Er	1 X 105	1 X 106
162Tm	1 X 104	1 X 106
166Tm	1 X 104	1 X 106
167Tm	1 X 105	1 X 106
170Tm	1 X 106	1 X 106
171Tm	1 X 107	1 X 108
172Tm	1 X 105	1 X 106
173Tm	1 X 105	1 X 106
175Tm	1 X 104	1 X 106
162Yb	1 X 105	1 X 107
166Yb	1 X 105	1 X 107
167Yb	1 X 105	1 X 106
169Yb	1 X 105	1 X 107
175Yb	1 X 106	1 X 107
177Yb	1 X 105	1 X 106
178Yb	1 X 106	1 X 106
169Lu	1 X 104	1 X 106
170Lu	1 X 104	1 X 106
171Lu	1 X 104	1 X 106
172Lu	1 X 104	1 X 106
173Lu	1 X 105	1 X 107
174Lu	1 X 105	1 X 107
174Lu ^m	1 X 105	1 X 107
176Lu	1 X 105	1 X 106
176Lu ^m	1 X 106	1 X 106
177Lu	1 X 106	1 X 107
177Lu ^m	1 X 104	1 X 106
178Lu	1 X 105	1 X 105

178Lu ^m	1 X 104	1 X 105
179Lu	1 X 106	1 X 106
172Ta	1 X 104	1 X 106
173Ta	1 X 104	1 X 106
174Ta	1 X 104	1 X 106
175Ta	1 X 104	1 X 106
176Ta	1 X 104	1 X 106
177Ta	1 X 105	1 X 107
178Ta	1 X 104	1 X 106
179Ta	1 X 106	1 X 107
180Ta	1 X 104	1 X 106
180Ta ^m	1 X 106	1 X 107
182Ta	1 X 104	1 X 104
182Ta ^m	1 X 105	1 X 106
183Ta	1 X 105	1 X 106
184Ta	1 X 104	1 X 106
185Ta	1 X 105	1 X 105
186Ta	1 X 104	1 X 105
170Hf	1 X 105	1 X 106
172Hf ⁺	1 X 104	1 X 106
173Hf	1 X 105	1 X 106
175Hf	1 X 105	1 X 106
177Hf ^m	1 X 104	1 X 105
178Hf ^m	1 X 104	1 X 106
179Hf ^m	1 X 104	1 X 106
180Hf	1 X 104	1 X 106
180Hf ^m	1 X 104	1 X 106
181Hf	1 X 104	1 X 106
182Hf	1 X 105	1 X 106
182Hf ^m	1 X 104	1 X 106
183Hf	1 X 104	1 X 106
184Hf	1 X 105	1 X 106
176W	1 X 105	1 X 106
177W	1 X 104	1 X 106
178W ⁺	1 X 104	1 X 106
179W	1 X 105	1 X 107
181W	1 X 106	1 X 107
185W	1 X 107	1 X 107
187W	1 X 105	1 X 106
188W ⁺	1 X 105	1 X 105
177Re	1 X 104	1 X 106
178Re	1 X 104	1 X 106

181Re	1 X 104	1 X 106
182Re (64 horas)	1 X 104	1 X 106
182Re (12.7 horas)	1 X 104	1 X 106
184Re	1 X 104	1 X 106

184Re ^m	1 X 105	1 X 106
186Re	1 X 106	1 X 106
186Re ^m	1 X 106	1 X 107
187Re	1 X 109	1 X 109
188Re	1 X 105	1 X 105
188Re ^m	1 X 105	1 X 107
189Re ⁺	1 X 105	1 X 106
180Os	1 X 105	1 X 107
181Os	1 X 104	1 X 106
182Os	1 X 105	1 X 106
182Os	1 X 104	1 X 106
185Os	1 X 104	1 X 106
189Os ^m	1 X 107	1 X 107
191Os	1 X 105	1 X 107
191Os ^m	1 X 106	1 X 107
193Os	1 X 105	1 X 106
194Os	1 X 105	1 X 105
194Os ^{m+}	1 X 105	1 X 105
182Ir	1 X 104	1 X 105
184Ir	1 X 104	1 X 106
185Ir	1 X 104	1 X 106
186Ir (15.8 horas)	1 X 104	1 X 106
186Ir (1.75 horas)	1 X 104	1 X 106
187Ir	1 X 105	1 X 106
188Ir	1 X 104	1 X 106
189Ir ⁺	1 X 105	1 X 107
190Ir	1 X 104	1 X 106
190Ir ^m (3.1 horas)	1 X 104	1 X 106
190Ir (1.2 horas)	1 X 107	1 X 107
192Ir	1 X 104	1 X 104
192Ir ^m	1 X 105	1 X 107
193Ir ^m	1 X 107	1 X 107
194Ir	1 X 105	1 X 105
194Ir ^m	1 X 104	1 X 106
195Ir	1 X 105	1 X 106
195Ir ^m	1 X 105	1 X 106
186Pt	1 X 104	1 X 106
188Pt ⁺	1 X 104	1 X 106
189Pt	1 X 105	1 X 106
191Pt	1 X 105	1 X 106
193Pt	1 X 107	1 X 107
193Pt ^m	1 X 106	1 X 107
195Pt ^m	1 X 105	1 X 106
197Pt	1 X 106	1 X 106
19Pt ^m	1 X 105	1 X 106
199Pt	1 X 105	1 X 106
200Pt	1 X 105	1 X 106
193Hg	1 X 105	1 X 106
193Hg ^m	1 X 104	1 X 106

194Hg ⁺	1 X 104	1 X 106
195Hg	1 X 105	1 X 106
195Hg ^{m+} (orgánico)	1 X 105	1 X 106
195Hg ^{m+} (inorgánico)	1 X 105	1 X 106
197Hg	1 X 105	1 X 107
197Hg ^m (orgánico)	1 X 105	1 X 106
197Hg ^m (inorgánico)	1 X 105	1 X 106
199Hg ^m	1 X 105	1 X 106
203Hg	1 X 105	1 X 105
193Au	1 X 105	1 X 107
194Au	1 X 104	1 X 104
195Au	1 X 105	1 X 107
198Au	1 X 105	1 X 106
198Au ^m	1 X 104	1 X 106
199Au	1 X 105	1 X 106
200Au	1 X 105	1 X 105
200Au ^m	1 X 104	1 X 106
201Au	1 X 105	1 X 106
194Tl	1 X 106	1 X 104
194Tl ^m	1 X 106	1 X 104
195Tl	1 X 106	1 X 104
197Tl	1 X 106	1 X 105
198Tl	1 X 106	1 X 104
198Tl ^m	1 X 106	1 X 104
199Tl	1 X 106	1 X 105
200Tl	1 X 104	1 X 106
201Tl	1 X 105	1 X 106
202Tl	1 X 105	1 X 106
204Tl	1 X 107	1 X 104

200Bi	1 X 104	1 X 106
201Bi	1 X 104	1 X 106
202Bi	1 X 104	1 X 106
203Bi	1 X 104	1 X 106
205Bi	1 X 104	1 X 106
206Bi	1 X 104	1 X 105
207Bi	1 X 104	1 X 106
210Bi	1 X 106	1 X 106
210Bi ^{m+}	1 X 104	1 X 105
212Bi ⁺	1 X 104	1 X 105
213Bi	1 X 105	1 X 106
214Bi	1 X 104	1 X 105
195Pb ^m	1 X 104	1 X 106
198Pb	1 X 105	1 X 106
199Pb	1 X 104	1 X 106
200Pb	1 X 105	1 X 106
201Pb	1 X 104	1 X 106
202Pb	1 X 106	1 X 106

202Pb ^m	1 X 104	1 X 106
203Pb	1 X 105	1 X 106
205Pb	1 X 107	1 X 107
209Pb	1 X 108	1 X 106
210Pb ⁺	1 X 104	1 X 104
211Pb	1 X 105	1 X 106
212Pb ⁺	1 X 104	1 X 105
214Pb	1 X 105	1 X 106
203Po	1 X 104	1 X 106
205Po	1 X 104	1 X 106
206Po	1 X 104	1 X 106
207Po	1 X 104	1 X 106
208Po	1 X 104	1 X 104
209Po	1 X 104	1 X 104
210Po	1 X 104	1 X 104
207At	1 X 104	1 X 106
211At	1 X 106	1 X 107
222Fr	1 X 106	1 X 105
223Fr	1 X 105	1 X 106
220Rn ⁺	1 X 107	1 X 107
222Rn ⁺	1 X 104	1 X 108
223Ra ⁺	1 X 105	1 X 105
224Ra ⁺	1 X 104	1 X 105
225Ra	1 X 105	1 X 105
226Ra ⁺	1 X 104	1 X 104
227Ra	1 X 105	1 X 106
228Ra ⁺	1 X 104	1 X 105
226Th ⁺	1 X 106	1 X 107
227Th	1 X 104	1 X 104
228Th ⁺	1 X 103	1 X 104
229Th ⁺	1 X 103	1 X 103
230Th	1 X 103	1 X 104
231Th	1 X 106	1 X 107
232Th	1 X 104	1 X 104
Th-natural + (inc. 232Th)sec	1 X 103	1 X 103
234Th ⁺	1 X 106	1 X 105
224Ac	1 X 105	1 X 106
225Ac ⁺	1 X 104	1 X 104
226Ac	1 X 105	1 X 105
227Ac ⁺	1 X 104	1 X 102
228Ac	1 X 104	1 X 106
227Pa	1 X 106	1 X 106
228Pa	1 X 104	1 X 106
230Pa	1 X 104	1 X 106
231Pa	1 X 103	1 X 103
232Pa	1 X 104	1 X 106
233Pa	1 X 105	1 X 107
234Pa	1 X 104	1 X 106

230U*	1 X 104	1 X 105
231U	1 X 105	1 X 107
232U	1 X 103	1 X 103
233U	1 X 104	1 X 104
234U	1 X 104	1 X 104
235U*	1 X 104	1 X 104
236U	1 X 104	1 X 104
237U	1 X 105	1 X 106
238U*	1 X 104	1 X 104
U natural* 238U sec	1 X 103	1 X 103
239U	1 X 105	1 X 106
240U	1 X 106	1 X 107
240U*	1 X 104	1 X 106
232Np	1 X 104	1 X 106
233Np	1 X 105	1 X 107

234Np	1 X 104	1 X 106
235Np	1 X 106	1 X 107
236Np (1.15 x 105 años)	1 X 106	1 X 107
236Np (22.5 horas)	1 X 105	1 X 105
237Np*	1 X 103	1 X 103
238Np	1 X 104	1 X 106
239Np	1 X 105	1 X 107
240Np	1 X 104	1 X 106
234Pu	1 X 105	1 X 107
235Pu	1 X 105	1 X 107
236Pu	1 X 104	1 X 104
237Pu	1 X 106	1 X 107
238Pu	1 X 103	1 X 104
239Pu	1 X 103	1 X 104
240Pu	1 X 103	1 X 103
241Pu	1 X 105	1 X 105
242Pu	1 X 103	1 X 104
243Pu	1 X 106	1 X 107
244Pu	1 X 103	1 X 104
245Pu	1 X 105	1 X 106
246Pu	1 X 105	1 X 106
237Am	1 X 105	1 X 106
238Am	1 X 104	1 X 106
239Am	1 X 105	1 X 106
240Am	1 X 104	1 X 106
241Am	1 X 103	1 X 104
242Am	1 X 106	1 X 106
242Am ^{m+}	1 X 103	1 X 104
243Am*	1 X 103	1 X 103
244Am	1 X 104	1 X 106
244 ^m Am	1 X 107	1 X 107

245Am	1 X 106	1 X 106
246Am	1 X 104	1 X 105
246Am ^m	1 X 104	1 X 106
238Cm	1 X 105	1 X 107
240Cm	1 X 105	1 X 105
241Cm	1 X 105	1 X 106
242Cm	1 X 105	1 X 105
243Cm	1 X 103	1 X 104
244Cm	1 X 104	1 X 104
245Cm	1 X 103	1 X 103
246Cm	1 X 103	1 X 103
247Cm	1 X 103	1 X 104
248Cm	1 X 103	1 X 103
249Cm	1 X 106	1 X 106
250Cm	1 X 102	1 X 103
245Bk	1 X 105	1 X 106
246Bk	1 X 104	1 X 106
247Bk	1 X 103	1 X 104
249Bk	1 X 106	1 X 106
250Bk	1 X 104	1 X 106
244Cf	1 X 104	1 X 107
246Cf	1 X 106	1 X 106
248Cf	1 X 104	1 X 104
249Cf	1 X 103	1 X 103
250Cf	1 X 104	1 X 104
251Cf	1 X 103	1 X 103
252Cf	1 X 104	1 X 104
253Cf	1 X 105	1 X 105
254Cf	1 X 103	1 X 103
250Es	1 X 105	1 X 106
251Es	1 X 105	1 X 107
253Es	1 X 105	1 X 105
254Es	1 X 104	1 X 104
254Es ^m	1 X 105	1 X 106
252Fm	1 X 106	1 X 106
253Fm	1 X 105	1 X 106
254Fm	1 X 107	1 X 107
255Fm	1 X 106	1 X 106
257Fm	1 X 104	1 X 105
257Md	1 X 105	1 X 107
258Md	1 X 105	1 X 105

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
225Ac ⁺	221F, 217At, 213B, 213Po (0.978), 209Tl (0.0216), 209Pb (0.978)
227Ac ⁺	223Fr (0.0138)
227Ac	227Th, 223Ra, 219Rn, 215Po, 211Pb, 211Bi, 207Tl
108Ag ^{m+}	108Ag (0.089)
242Am ^{m+}	242Am
243Am ⁺	239Np
140Ba ⁺	140La
210Bi ^{m+}	206Tl
212Bi ⁺	208Tl (0.36), 212Po (0.64)
144Ce	144Pr
137Cs ⁺	137Ba ^m
60Fe ⁺	60Co ^m
146Gd ⁺	146Eu
68Ge ⁺	68Ga
172Hf ⁺	172Lu
194Hg ⁺	194Au
195Hg ^{m+}	195Hg (0.542)
189Ir ⁺	189Os ^m
28Mg ⁺	28Al
237Np ⁺	233Pa
194Os ⁺	194Ir
210Pb ⁺	210Bi, 210Po
212Pb ⁺	212Bi, 208Tl (0.36), 212Po (0.64)
148Pm ^{m+}	148Pm (0.046)
188Pt ⁺	188Ir
223Ra ⁺	219Rn, 215Po, 211Pb, 211Bi, 207Tl
224Ra ⁺	220Rn, 216Po, 212Pb, 212Bi, 208Tl (0.36), 212Po (0.64)
226Ra ⁺	222Rn, 218Po, 214Pb, 214Bi, 214Po, 210Pb, 210Bi, 210Po
228Ra ⁺	228Ac
83Rb ⁺	83Kr ^m
220Rn ⁺	216Po
222Rn ⁺	218Po, 214Pb, 214Bi, 214Po
106Ru ⁺	106Rh
189Re ⁺	189Os ^m (0.241)
121Sn ^{m+}	121Sn (0.776)
126Sn ⁺	126Sb ^m
80Sr	80Rb
82Sr	82Rb
90Sr	90Y
95Tc ^{m+}	95Tc (0.04)
44Ti ⁺	44Sc
226Th ⁺	222Ra, 218Rn, 214Po
228Th ⁺	224Ra, 220Rn, 216Po, 212Pb, 212Bi, 208Tl (0.36), 212Po (0.64)

229Th ⁺	225Ra, 225Ac, 221Fr, 217At, 213Bi, 213Po (0.978), 209Pb (0.978)
Th-sec	228Ra, 228Ac, 228Th, 224Ra, 220Rn, 216Po, 212Pb, 212Bi, 208Tl (0.36), 212Po (0.64)
234Th ⁺	234Pa ^m
230U ⁺	226Th, 222Ra, 218Rn, 214Po,
232U ⁺	228Th, 224Ra, 220Rn, 216Po, 212Pb, 212Bi, 208Tl (0.36), 212Po (0.64)
235U ⁺	231Th
U-sec	234Th, 234Pa ^m , 234U, 230Th, 226Ra, 222Rn, 218Po, 214Pb, 214Bi, 214Po, 210Pb, 210Bi, 210Po
238U	234Th, 234Pa ^m
240U ⁺	240Np
178W ⁺	178Ta
188W ⁺	188Re
122Xe ⁺	122I
87Y ⁺	87Sr ^m
93Zr ⁺	93Nb ^m
97Zr ⁺	97Nb

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
14C	1
18F	10
22Na	0.1
24Na	1
31Si	1000
32P	1000
33P	1000
35S	100
36Cl	1
38Cl	10
42K	100
43K	10
45Ca	100
47Ca	10
46Sc	0.1
47Sc	100
48Sc	1

48V	1
51Cr	100
51Mn	10
52Mn	1
52 ^m Mn	10
53Mn	100
54Mn	0.1
56Mn	10
52Fe ^a	10
55Fe	1000
59Fe	1
55Co	10
56Co	0.1
57Co	1
58Co	1
58 ^m Co	10000
60Co	0.1
60 ^m Co	1000
61Co	100
62 ^m Co	10
59Ni	100
63Ni	100
65Ni	10
64Cu	100
65Zn	0.1
69Zn	1000
69 ^m Zn ^a	10
72Ga	10
71Ge	10000
73As	1000
74As	10
76As	10
77As	1000
75Se	1
82Br	1
86Rb	100
85Sr	1
85 ^m Sr	100
87 ^m Sr	100
89Sr	1000
90Sr ^a	1
91Sr ^a	10
92Sr	10
90Y	1000
91Y	100
91 ^m Y	100
92Y	100
93Y	100
93Zr	10
95Zr ^a	1
97Zr ^a	10
93 ^m Nb	10
94Nb	0.1

95Nb	1
97Nb ^a	10
98Nb	10
90Mo	10
93Mo	10
93Mo ^a	10
101Mo ^a	10
96Tc	1
96 ^m Tc	1000
97Tc	10

97 ^m Tc	100
99Tc	1
99 ^m Tc	100
97Ru	10
103Ru ^a	1
105Ru ^a	10
106Ru ^a	0.1
103 ^m Rh	10000
105Rh	100
103Pd ^a	1000
109Pd ^a	100
105Ag	1
110 ^m Ag ^a	0.1
111Ag	100
109Cd ^a	1
115Cd ^a	10
115 ^m Cd ^a	100
111In	10
113 ^m In	100
114 ^m In ^a	10
115 ^m In	100
113Sn ^a	1
125Sn	10
122Sb	10
124Sb	1
125Sb ^a	0.1
123 ^m Te	1
125 ^m Te	1000
127Te	1000
127 ^m Te ^a	10
129Te	100
129 ^m Te ^a	10
131Te	100
131 ^m Te ^a	10
132Te ^a	1
133Te	10
133 ^m Te	10
134Te	10
123I	100
125I	100
126I	10

129I	0.01
130I	10
131I	10
132I	10
133I	10
134I	10
135I	10
129Cs	10
131Cs	1000
132Cs	10
134Cs	0.1
134 ^m Cs	1000
135Cs	100
136Cs	1
137Cs ^a	0.1
138Cs	10
131Ba	10
140Ba	1
140La	1
139Ce	1
141Ce	100
143Ce	10
144Ce ^a	10
142Pr	100
143Pr	1000
147Nd	100
149Nd	100
147Pm	1000
149Pm	1000
151Sm	1000
153Sm	100
152Eu	0.1
152 ^m Eu	100
154Eu	0.1
155Eu	1
153Gd	10
159Gd	100
160Tb	1
165Dy	1000
166Dy	100
166Ho	100
169Er	1000
171Er	100
170Tm	100
171Tm	1000
175Yb	100
177Lu	100

181Hf	1
182Ta	0.1
181W	10
185W	1000

187W	10
186Re	1000
188Re	100
185Os	1
191Os	100
191 ^m Os	1000
193Os	100
190Ir	1
192Ir	1
194Ir	100
191Pt	10
193 ^m Pt	1000
197Pt	1000
197 ^m Pt	100
198Au	10
199Au	100
197Hg	100
197 ^m Hg	100
203Hg	10
200Tl	10
201Tl	100
202Tl	10
204Tl	1
203Pb	10
206Bi	1
207Bi	0.1
203Po	10
205Po	10
207Po	10
211At	1000
225Ra	10
227Ra	100
226Th	1000
229Th	0.1
230Pa	10
233Pa	10
230U	10
231U	100
232U ^a	0.1
233U	1
236U	10
237U	100
239U	100
240U ^a	100
237Np ^a	1
239Np	100
240Np	10
234Pu	100
235Pu	100
236Pu	1
237Pu	100
238Pu	0.1
239Pu	0.1

240Pu	0.1
241Pu	10
242Pu	0.1
243Pu	1000
244Pu ^a	0.1
241Am	0.1
242Am	1.000
242 ^m Am ^a	0.1
243Am ^a	0.1
242Cm	10
243Cm	1
244Cm	1
245Cm	0.1
246Cm	0.1
247Cm ^a	0.1
248Cm	0.1
249Bk	100
246Cf	1000
248Cf	1
249Cf	0.1
250Cf	1
251Cf	0.1
252Cf	1
253Cf	100
254Cf	1
253Es	100
254Es ^a	0.1
254 ^m Es ^a	10
254Fm	10.000
255Fm	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):

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

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

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.