Colegio de estudios científicos y tecnológicos del estado de México plantel Coacalco

Química



Primer semestre

Segundo parcial

Grupo: 105

Especialidad: Programación

Elementos radio activos

Escogí este tema ya que es muy interesante y fácil de comprender

En este tema nos enseña los usos de la radioactividad los beneficios y algunas de las consecuencias

ELEMENTOS RADIACTIVOS

ELEMENTOS RADIACTIVOS. Propiedad que tienen ciertos cuerpos como el radio, polonio, uranio, etc. de emitir espontáneamente partículas o rayos por desintegración del núcleo atómico.

Propiedad que tienen ciertos cuerpos como el radio, polonio, uranio, etc. de emitir espontáneamente partículas o rayos por desintegración del núcleo atómico. El fenómeno fue descubierto en 1896 por el francés Antoine Henri Becquerel, que lo observó en el uranio contenido en una sustancia llamada sulfato uranilopotásico.

El nombre se lo dio quién con su esposo Pierre prosiguió las investigaciones de Becquerel y descubrió nuevos elementos radiactivos el torio, el polonio, y el radio. Rutherford descubrió que la radiación de los cuerpos radiactivos es de tres clases, alfa, beta y gama. Las partículas alfa son núcleos de Helio con carga positiva, de velocidad relativamente baja y menor poder de penetración que las otras radiaciones; un campo magnético las desvía ligeramente.

Las partículas beta son electrones con carga negativa, más veloces que las alfa, y frecuentemente desviadas por un campo magnético. Los rayos gama son los de más alta penetración, energía y velocidad (está es casi igual a la de la luz), no se desvían en un campo magnético; y son los más peligrosos para el hombre. En la radiactividad natural o espontánea, el elemento sufre una pérdida progresiva de masa que se convierte en una cantidad equivalente de energía, queda un núcleo de menor peso que es un elemento distinto (transmutación).

Así, por ejemplo el radio ( Ra 226 ) se convierte en radón ( Rn 222) y luego en diversos isótopos de Po, Bi y Pb, cada vez menos pesados, hasta llegar a la forma final del plomo estable, Pb 206. No hay ninguna manera de controlar este proceso, que no depende de temperatura, presión ni otras condiciones análogas y cuya velocidad se mide por el período de semidesintegración de cada elemento. Una sustancia puede hacerse artificialmente radiactiva bombardeándola con partículas en un acelerador. En la radiactividad artificial son posibles muchos tipos de reacción. La captura ó expulsión nuclear de electrones, protones, deuterones y partículas alfa producen diversas transmutaciones. La radiactividad se mide por el número de desintegración que se produce cada segundo, sus unidades el curio, equivalente a 37, 000,000 de desintegración por segundo.

Por medio del efecto fotoeléctrico se comprueba que es posible transportar energía a los electrones mediante fotones luminosos, ¿es posible el proceso inverso?, es decir ¿es posible transformar la energía cinética de un electrón en movimiento en un fotón? Aparentemente este proceso es imposible, sin embargo, se lleva a cabo, cuando electrones rápidos, acelerados se hacen incidir sobre la materia; entonces se observa la producción de una radiación altamente penetrante cuyo movimiento es lento, no se desvía en campos eléctricos, magnético, es capaz de atravesar materias opacas y de impresionar una placa fotográfica.

Usos y beneficios

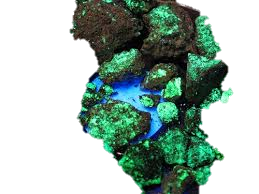
Médicos.

Dentro del uso de la radiactividad en las actividades humanas, la más conocida es la de sus aplicaciones médicas. El uso de la radiación en el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades se ha convertido en una herramienta básica en medicina. Con ella se ha podido realizar exploraciones del cerebro y los huesos, tratar el cáncer y usar elementos radiactivos para dar seguimiento a hormonas y otros compuestos químicos de los organismos.

En agricultura.

Quizá sea una de sus aplicaciones más polémicas. Como hemos venido indicando, las radiaciones ionizantes tienen la propiedad de ionizar (arrancar electrones) de la materia que atraviesan. Esta ionización tiene efectos biológicos que cada vez van siendo mejor conocidos. El efecto más claro es el de las mutaciones genéticas que ha habido a lo largo de la evolución. Actualmente se investiga sobre cómo aprovechar estas mutaciones y el efecto de estas radiaciones para mejorar los cultivos, evitar plagas... Así, por ejemplo, cada día vamos viendo aparecer cada vez un número mayor de productos transgénicos (manipulados genéticamente).

En minería.

Al aplicarse ionización en la búsqueda de materiales mineros (metales preciosos), el uso de esta facultad de algunas sustancias químicas es favorable para el uso humano. Aunque es un método de elevados costos, la exactitud de la radiactividad para hacer reaccionar algunos metales es sorprendente. Otra aplicación de la radiactividad se ve manifestada en el uso que se le aplica al Uranio 248: Para lograr que algunos procesos de Electrolisis, como con el Aluminio o el Platino, sean más precisos y el resultado de este proceso más puro, se irradian terrenos con este metal para que, luego de hacer correr corrientes eléctricas, la proporción de pureza sea más exacta.

Industriales.

Probablemente sea menos conocida la función que desempeña la radiación en la industria y la investigación. La inspección de soldaduras, la detección de grietas en metal forjado o fundido, el alumbrado de emergencia, la datación de antigüedades y la preservación de alimentos son algunas de sus numerosas aplicaciones.

Obtención de energía a partir de energía nuclear:

De todas las fuentes de energía con las que cuenta la humanidad, la energía nucleares una de las más discutidas debido a su carácter tan polémico. No obstante, también es una de las más utilizadas debido a la enorme cantidad de ventajas que su uso nos brinda.

La energía nuclear como el tipo de energía que se libera a partir de lasreacciones nucleares. Esta energía es aprovechada por el hombre con diversos fines, como por ejemplo: obtener energía eléctrica, mecánica y térmica, aplicándola con diversas finalidades.

Las dos formas que existen para obtener energía nuclear, y las dos que se aplican en el desarrollo de las ciencias y la tecnología, son: la fisión y la fusión nuclear. La primera ocurre en el núcleo de un átomo, el cual debe ser dividido en dos o más núcleos para así liberar otros subproductos. Por otro lado, la fusión nuclear es el proceso por el que varios núcleos se unen para formar un núcleo más pesado.

La bomba atómica:

Es el resultado de una fisión incontrolada de un elemento como el U 235. Ahora bien, si una muestra de éste es pequeña, la mayor parte de neutrones que libera se escapan por su superficie sin provocar nuevas reacciones, con lo cual no tienen lugar la reacción en cadena. Para llegar a la bomba se requiere, pues, enriquecer el uranio en su contenido de U 235 y una vez superada una cierta masa de éste, denominada masa crítica, la cantidad de neutrones que escapan por las paredes ya no es suficiente para impedir la reacción en cadena. Así, al poner en contacto dos masas subcríticas de uranio enriquecido, de manera que en conjunto supere la masa crítica, se producirá la reacción en cadena y la explosión. La bomba atómica se consigue manteniendo separadas dos masas subcríticas mediante un grueso tabique captador de neutrones, el cual, en el momento en que se tiene que provocar la explosión, se rompe mediante un explosivo convencional.

**BENEFICIOS PARA LOS SERES VIVOS**

Se han elaborado radio vacunas para combatir enfermedades parasitarias del ganado y que afectan la producción pecuaria en general. Los animales sometidos al tratamiento soportan durante un período más prolongado el peligro de reinfección siempre latente en su medio natural.

Gracias al uso de las técnicas nucleares es posible desarrollar diversos estudios relacionados con recursos hídricos. En estudios de aguas superficiales es posible caracterizar y medir las corrientes de aguas lluvias y de nieve; caudales de ríos, fugas en embalses, lagos y canales y la dinámica de lagos y depósitos. En estudios de aguas subterráneas es posible medir los caudales de las napas, identificar el origen de las aguas subterráneas, su edad, velocidad, dirección, flujo, relación con aguas superficiales, conexiones entre acuíferos, porosidad y dispersión de acuíferos.

Se ha extendido con gran rapidez el uso de radiaciones y de radioisótopos en medicina como agentes terapéuticos y de diagnóstico.

En el diagnóstico se utilizan radiofármacos para diversos estudios de:

Radiofármaco (También denominado trazador o radionúclido.) componente básico marcado radioactivamente que se necesita para producir una imagen de medicina nuclear.

Tiroides.

Hígado.

Riñón.

Metabolismo.

Circulación sanguínea.

Corazón.

Pulmón.

Trato gastrointestinales

En terapia médica con las técnicas nucleares se puede combatir ciertos tipos de cáncer. Con frecuencia se utilizan tratamientos en base a irradiaciones con rayos gamma provenientes de fuentes de Cobalto-60, así como también, esferas internas radiactivas, agujas e hilos de Cobalto radiactivo. Combinando el tratamiento con una adecuada y prematura detección del cáncer, se obtienen terapias con exitosos resultados.

**Efectos de la radio actividad sobre los seres vivos**

Esta baria según la intensidad de la radiación y su localización (no es lo mismo una exposición a cuerpo entero que en una sola zona), el enfermo el enfermo puede llegar a morir en un plazo de horas hasta semanas. Y en cualquier caso, si no sobreviene el fallecimiento en los meses siguientes, el paciente logra recuperarse, sus expectativas de vida quedaran sensiblemente reducidas.

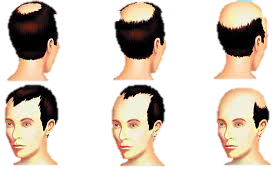
Los efectos nocivos de la radio actividad son acumulativos. Eso significa que se van sumando hasta una exposición mínima continua se convierte en peligrosa después de cierto tiempo. Exposiciones a cantidades no muy altas de radio actividad por tiempo prolongado pueden resultar en efecto fatales para el ser humano.

Por ejemplo:

Nauseas

Vomitos

Convulsiones

Delirios

Dolores de cabeza

Diarrea

Perdida de pelo

Perdida de dentadura

Reducción de glóbulos rojos en la sangre

Daño al conducto gastrointestinal

Perdida de mucosa en los intestinos

Hemorragias

Esterilidad

Infecciones bacterianas

Hemorragias

Cáncer

Daños genéticos

**Efectos sobre los animales**

Si los animales han sido irradiados, a los pocos días o semanas presentarán diarreas, irritabilidad, pérdida de apetito y apatía, pudiendo quedar estériles para más o menos tiempo según su grado de exposición. Si es así los órganos internos estarán contaminados y algunos elementos radiactivos (como el estroncio) se habrán introducido en los huesos, donde permanecerán durante toda la vida mermando las defensas del organismo y haciéndole presa fácil para las enfermedades. Por eso, si se han de consumir animales habrán de evitarse tanto los huesos como sus órganos. La única solución para eliminar la radiactividad es el tiempo y los cuidados, además de no seguir expuesto a productos radioactivos.

Lluvia radiactiva: deposición de partículas radiactivas, liberadas en la atmósfera por explosiones nucleares o escapes de instalaciones y centrales nucleares, sobre la superficie de la Tierra.

El material del que se compone la lluvia radiactiva se produce por fisión nuclear y por la activación del suelo, el aire, el agua y otros materiales en las inmediaciones del lugar de la detonación.

Efectos biológicos de la lluvia radiactiva global

La retención a largo plazo de residuos radiactivos en la atmósfera permite que algunos de los productos de vida corta se disipen en la atmósfera. En el caso de la lluvia radiactiva troposférica, se produce cierto grado de desintegración radiactiva en la atmósfera, lo que reduce algo la dosis de radiactividad a la que se ven expuestos quienes se encuentran en la superficie de la Tierra.

Con todo, los radioisótopos de vida larga, como el 90Sr, no se desintegran apreciablemente durante el tiempo que permanecen en la estratosfera, y por tanto, pueden seguir siendo un riesgo potencial durante muchos años, sobre todo a través de los alimentos contaminados y destinados al consumo humano.

Efectos genéticos de la lluvia radiactiva

A la hora de evaluar los efectos a largo plazo de la lluvia radiactiva, es esencial considerar los efectos genéticos de la radiación. La radiación puede producir mutaciones, es decir, cambios en las células reproductoras que transmiten las características heredadas de una generación a la siguiente. Casi todas las mutaciones inducidas por las radiaciones son dañinas, y sus efectos nocivos persisten en sucesivas generaciones.

Catástrofes Nucleares y sus consecuencias:

El accidente de Chernóbil y sus consecuencias:

6 de abril se instituyó la recordación del desastre

Los verdaderos efectos de Chernóbil

El Centro de Ecología y Pueblos Andinos (CEPA), al recordarse el 6 de abril el desastre más grande que sucedió el año 1986 en Chernóbil-Ucrania, manifestó su preocupación e indignación porque los verdaderos efectos de la radiactividad se conocen después de 16 años, mientras tanto los países continúan fabricando armas nucleares.

La noche del 25 al 26 de abril de 1986, a las 01:23 de la madrugada del sábado, en el reactor número 4 de Chernóbil, tuvo lugar el mayor accidente nuclear de la historia.

"Los efectos de la radioactividad han superado todas las previsiones y la verdadera magnitud de los daños se va conociendo 16 años después, ya han muerto más de 30.000 personas y al menos 10.000 millones han sido contaminadas por la radioactividad", dijo, Norma Mollo, miembro de la institución.

Dijo que los países ricos que gastan cada año miles de millones en investigación nuclear, harían mejor uso si esos recursos los consagraran a investigar energías renovables que tiene nuestro medio ambiente.

CATÁSTROFE

La catástrofe de Chernóbil afectó gravemente a Bielorrusia, Ucrania y Rusia causando pérdidas incalculables y daños terribles a las personas, a la flora y la fauna. Además que quedaron contaminados más de 160.000 kilómetros cuadrados de tierra.

El accidente de Chernóbil fue una de las mayores catástrofes ambientales, donde funcionaban 4 reactores y se estaban construyendo dos más. El 15 de diciembre de 2000 se cerró el último de los reactores en funcionamiento. Curiosamente el accidente se produjo al realizar un experimento relacionado con la seguridad, refirió Mollo.

Los helicópteros lanzaron sobre el núcleo del reactor más de 5.000 toneladas de plomo, boro y otros productos químicos. Posteriormente, se construyó un enorme sarcófago hecho con 410.000 metros cúbicos de hormigón y 7.000 toneladas de acero, y hace dos años debería ser sustituido por otra estructura.

El reactor dañado permanecerá radiactivo como mínimo los próximos 100.000 años.

CONSECUENCIAS

Las consecuencias que tuvo este desastre afectaron a la población circundante en un radio de 30 kilómetros la misma que fue evacuada. Catorce años después cerca de 375.000 personas aún no han podido regresar a sus hogares.

La ciudad de Pripiat, que contaba con 50.000 habitantes antes del accidente, hoy está abandonada y en la llamada zona de exclusión de 30 kilómetros alrededor de Chernóbil sólo habitan 556 ancianos, porque no tienen otro lugar donde vivir.

Un total de 105.000 kilómetros cuadrados presentan una contaminación superior, quedando inutilizable permanentemente para sus actividades agrícolas. En Ucrania más de 8.000 personas han muerto y 12.000 están seriamente afectadas por la radiación.

Al respecto Norma Mollo, dijo que las consecuencias de Chernóbil perdurarán durante varias generaciones. En 1995 el cáncer de tiroides era de 285 veces más frecuente que antes de la catástrofe y las enfermedades superan lo normal debido al debilitamiento del sistema inmunológico causado por las radiaciones, el cáncer de tiroides infantil se ha multiplicado por cien, las leucemias cuyo lapso de latencia es largo empieza aparecer, la tuberculosis es una de las enfermedades que más ha crecido, igualmente las enfermedades del sistema endocrino nerviosos, digestivo y cardiovascular, así como las cataratas, la mortalidad general ha aumentado en un 30 por ciento.

Radiactividad sobre los seres vivos

Los niños son los más afectados y padecen cáncer de tiroides, hígado y recto. Las malformaciones entre los recién nacidos se han duplicado en los últimos años. Miles de personas contraerán cáncer a consecuencia del accidente en los próximos 30 años.

Lluvia radiactiva, deposición de partículas radiactivas, liberadas en la atmósfera por explosiones nucleares o escapes de instalaciones y centrales nucleares, sobre la superficie de la Tierra.

Mecanismo

El material del que se compone la lluvia radiactiva se produce por fisión nuclear y por la activación del suelo, el aire, el agua y otros materiales en las inmediaciones del lugar de la detonación.

Efectos biológicos de la lluvia radiactiva global

La retención a largo plazo de residuos radiactivos en la atmósfera permite que algunos de los productos de vida corta se disipen en la atmósfera. En el caso de la lluvia radiactiva troposférica, se produce cierto grado de desintegración radiactiva en la atmósfera, lo que reduce algo la dosis de radiactividad a la que se ven expuestos quienes se encuentran en la superficie de la Tierra.

Con todo, los radioisótopos de vida larga, como el 90Sr, no se desintegran apreciablemente durante el tiempo que permanecen en la estratosfera, y por tanto, pueden seguir siendo un riesgo potencial durante muchos años, sobre todo a través de los alimentos contaminados y destinados al consumo humano.

Efectos genéticos de la lluvia radiactiva

A la hora de evaluar los efectos a largo plazo de la lluvia radiactiva, es esencial considerar los efectos genéticos de la radiación. La radiación puede producir mutaciones, es decir, cambios en las células reproductoras que transmiten las características heredadas de una generación a la siguiente. Casi todas las mutaciones inducidas por las radiaciones son dañinas, y sus efectos nocivos persisten en sucesivas generaciones.

Riesgos potenciales

La evaluación de los riesgos potenciales de la radiación procedente de la lluvia radiactiva implica en gran medida las mismas consideraciones que otros riesgos que afectan a grandes poblaciones. Estas evaluaciones son complejas y están relacionadas con posibles beneficios y otros riesgos. En el caso de la lluvia radiactiva, el riego potencial es global e implica múltiples incertidumbres relacionadas con las dosis de irradiación y sus efectos; la cambiante situación internacional debe ser evaluada continuamente.

El riesgo que representaría la lluvia radiactiva en una guerra nuclear sería mucho más serio que en una prueba nuclear. Habría que considerar los efectos letales inmediatos, así como los efectos a largo plazo. Los estudios de este tipo han llevado a la construcción de refugios nucleares como parte de los planes de defensa civil. Se están desarrollando sistemas para descontaminar el agua, la tierra y los alimentos con el fin de combatir los posibles efectos de la lluvia radiactiva durante y después de un ataque nuclear. Muchas investigaciones independientes, no obstante, sugieren que incluso aunque algunos seres humanos sobrevivieran a una guerra nuclear a gran escala y al probable invierno nuclear, probablemente serían estériles.

La radio protección|:

Las radiaciones de radioactividad representan en dosis alta un peligro para el hombre y es importante protegerse. Este es el objeto de la radio protección. Los poderes de penetración de las diferentes radiaciones son diferentes también y las técnicas de radio protección deben adaptarse a cada uno de ellos.

La radiación alfa puede ser detenida por el aire o por una lámina de papel. Los emisores a más peligrosos son los integrados por inhalación o por absorción y es preciso protegerse de la contaminación (contacto de un producto radioactivo) para este tipo de emisor.

La radiación beta puede ser detenida por una pantalla de aluminio o una placa de vidrio.

La radiación g sólo puede ser atenuada o detenida por espesores importantes de plomo o de hormigón. Por esta razón las salas radioactivas de las instalaciones nucleares (aceleradores de partículas y centrales nucleares) están rodeadas por paredes de hormigón muy espesas.

Los beneficios de la radioactividad en los seres vivos:

Se han elaborado radio vacunas para combatir enfermedades parasitarias del ganado y que afectan la producción pecuaria en general. Los animales sometidos al tratamiento soportan durante un período más prolongado el peligro de reinfección siempre latente en su medio natural.

Gracias al uso de las técnicas nucleares es posible desarrollar diversos estudios relacionados con recursos hídricos. En estudios de aguas superficiales es posible caracterizar y medir las corrientes de aguas lluvias y de nieve; caudales de ríos, fugas en embalses, lagos y canales y la dinámica de lagos y depósitos. En estudios de aguas subterráneas es posible medir los caudales de las napas, identificar el origen de las aguas subterráneas, su edad, velocidad, dirección, flujo, relación con aguas superficiales, conexiones entre acuíferos, porosidad y dispersión de acuíferos.

Se ha extendido con gran rapidez el uso de radiaciones y de radioisótopos en medicina como agentes terapéuticos y de diagnóstico.

En el diagnóstico se utilizan radiofármacos para diversos estudios de:

· Tiroides.

· Hígado.

· Riñón.

· Metabolismo.

· Circulación sanguínea.

· Corazón.

· Pulmón.

· Trato gastrointestinales

Seguridad y medio ambiente.

Combustibles y residuos nucleares:

Los combustibles peligrosos empleados en los reactores nucleares presentan problemas para su manejo, sobre todo en el caso de los combustibles agotados, que deben ser almacenados o eliminados de alguna forma.

El ciclo del combustible nuclear:

Cualquier central de producción de energía eléctrica es sólo parte de un ciclo energético global. El ciclo del combustible de uranio empleado en los sistemas RAL es actualmente el más importante en la producción mundial de energía nuclear, y conlleva muchas etapas. El uranio, con un contenido de aproximadamente el 0,7% de uranio 235, se obtiene en minas subterráneas o a cielo abierto. El mineral se concentra mediante trituración y se transporta a una planta de conversión, donde el uranio se transforma en el gas hexafluoruro de uranio (UF6). En una planta de enriquecimiento isotópico por difusión, el gas se hace pasar a presión por una barrera porosa. Las moléculas que contienen uranio 235, más ligeras, atraviesan la barrera con más facilidad que las que contienen uranio 238. Este proceso enriquece el uranio hasta alcanzar un 3% de uranio 235. Los residuos, o uranio agotado, contienen aproximadamente el 0,3% de uranio 235. El producto enriquecido se lleva a una planta de fabricación de combustible, donde el gas UF6 se convierte en óxido de uranio en polvo y posteriormente en bloques de cerámica que se cargan en barras de combustible resistentes a la corrosión. Estas barras se agrupan en elementos de combustible y se transportan a la central nuclear.

Un reactor de agua a presión típico de 1.000 megavatios tiene unos 200 elementos de combustible, de los que una tercera parte se sustituye cada año debido al agotamiento del uranio 235 y a la acumulación de productos de fisión que absorben neutrones. Al final de su vida, el combustible es enormemente radiactivo debido a los productos de fisión que contiene, por lo que sigue desprendiendo una cantidad de energía considerable. El combustible extraído se coloca en piscinas de almacenamiento llenas de agua situadas en las instalaciones de la central, donde permanece un año o más.

Al final del periodo de enfriamiento, los elementos de combustible agotados se envían en contenedores blindados a una instalación de almacenamiento permanente o a una planta de reprocesamiento químico, donde se recuperan el uranio no empleado y el plutonio 239 producido en el reactor, y se concentran los residuos radiactivos.

El combustible agotado todavía contiene casi todo el uranio 238 original, aproximadamente un tercio del uranio 235 y parte del plutonio 239 producido en el reactor. Cuando el combustible agotado se almacena de forma permanente, se desperdicia todo este contenido potencial de energía. Cuando el combustible se reprocesa, el uranio se recicla en la planta de difusión, y el plutonio 239 recuperado puede sustituir parcialmente al uranio 235 en los nuevos elementos de combustible.

En el ciclo de combustible del RARML, el plutonio generado en el reactor siempre se recicla para emplearlo como nuevo combustible. Los materiales utilizados en la planta de fabricación de elementos de combustible son uranio 238 reciclado, uranio agotado procedente de la planta de separación isotópica y parte del plutonio 239 recuperado. No es necesario extraer uranio adicional en las minas, puesto que las existencias actuales de las plantas de separación podrían suministrar durante siglos a los reactores autorregenerativos. Como estos reactores producen más plutonio 239 del que necesitan para renovar su propio combustible, aproximadamente el 20% del plutonio recuperado se almacena para su uso posterior en el arranque de nuevos reactores autorregenerativos.

El paso final en cualquiera de los ciclos de combustible es el almacenamiento a largo plazo de los residuos altamente radiactivos, que continúan presentando peligro para los seres vivos durante miles de años. Varias tecnologías parecen satisfactorias para el almacenamiento seguro de los residuos, pero no se han construido instalaciones a gran escala para demostrar el proceso. Los elementos de combustible pueden almacenarse en depósitos blindados y vigilados hasta que se tome una decisión definitiva sobre su destino, o pueden ser transformados en compuestos muy estables, fijados en material cerámico o vidrio, o encapsulados en bidones de acero inoxidable y enterrados a gran profundidad en formaciones geológicas muy estables.

Seguridad nuclear:

La preocupación de la opinión pública en torno a la aceptabilidad de la energía nuclear procedente de la fisión se debe a dos características básicas del sistema. La primera es el elevado nivel de radiactividad que existe en diferentes fases del ciclo nuclear, incluida la eliminación de residuos. La segunda es el hecho de que los combustibles nucleares uranio 235 y plutonio 239 son los materiales con que se fabrican las armas nucleares.

En la década de 1950 se pensó que la energía nuclear podía ofrecer un futuro de energía barata y abundante. La industria energética confiaba en que la energía nuclear sustituyera a los combustibles fósiles, cada vez más escasos, y disminuyera el coste de la electricidad. Los grupos preocupados por la conservación de los recursos naturales preveían una reducción de la contaminación atmosférica y de la minería a cielo abierto. La opinión pública era en general favorable a esta nueva fuente de energía, y esperaba que el uso de la energía nuclear pasara del terreno militar al civil. Sin embargo, después de esta euforia inicial, crecieron las reservas en torno a la energía nuclear a medida que se estudiaban más profundamente las cuestiones de seguridad nuclear y proliferación de armamento. En todos los países del mundo existen grupos opuestos a la energía nuclear, y las normas estatales se han hecho complejas y estrictas. Suecia, por ejemplo, pretende limitar su programa a unos 10 reactores. Austria ha cancelado su programa. En cambio, Gran Bretaña, Francia, Alemania y Japón siguen avanzando en este terreno.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) es el organismo encargado de velar en España por la seguridad nuclear y la protección radiológica. Informa sobre la concesión o retirada de autorizaciones, inspecciona la construcción, puesta en marcha en explotación de instalaciones nucleares o radiactivas, participa en la confección de planes de emergencia y promociona la realización de trabajos de investigación.

Riesgos radiológicos:

Los materiales radiactivos emiten radiación ionizante penetrante que puede dañar los tejidos vivos. La unidad que suele emplearse para medir la dosis de radiación equivalente en los seres humanos es el milisievert. La dosis de radiación equivalente mide la cantidad de radiación absorbida por el organismo, corregida según la naturaleza de la radiación puesto que los diferentes tipos de radiación son más o menos nocivos. En el Reino Unido, cada individuo está expuesto a unos 2,5 milisieverts anuales por la radiación de fondo procedente de fuentes naturales. Los trabajadores de la industria nuclear están expuestos a unos 4,5 milisieverts (aproximadamente igual que las tripulaciones aéreas, sometidas a una exposición adicional a los rayos cósmicos). La exposición de un individuo a 5 sieverts suele causar la muerte. Una gran población expuesta a bajos niveles de radiación experimenta aproximadamente un caso de cáncer adicional por cada 10 sieverts de dosis equivalente total. Por ejemplo, si una población de 10.000 personas está expuesta a una dosis de 10 milisieverts por individuo, la dosis total será de 100 sieverts, por lo que habrá 10 casos de cáncer debidos a la radiación (además de los cánceres producidos por otras causas).

En la mayoría de las fases del ciclo de combustible nuclear pueden existir riesgos radiológicos. El gas radón, radiactivo, es un contaminante frecuente en las minas subterráneas de uranio. Las operaciones de extracción y trituración del mineral producen grandes cantidades de material que contiene bajas concentraciones de uranio. Estos residuos tienen que ser conservados en fosas impermeables y cubiertos por una capa de tierra de gran espesor para evitar su liberación indiscriminada en la biosfera.

Las plantas de enriquecimiento de uranio y de fabricación de combustible contienen grandes cantidades de hexafluoruro de uranio (UF6), un gas corrosivo. Sin embargo, el riesgo radiológico es menor, y las precauciones habituales que se toman con las sustancias químicas peligrosas bastan para garantizar la seguridad.

Como es la seguridad nuclear durante la operación:

La seguridad de una central nuclear durante su operación se realiza con varios sistemas de seguridad.

El control de la operación se basa en seguir la potencia del reactor y en controlar su reactividad. Para ello, el sistema de instrumentación y control del reactor determina el valor de todas las variables de la operación, como son la temperatura del refrigerante, el flujo neutrónico, etc., limitando sus valores, los cuales controla mediante el flujo de refrigerante, y las barras de control.

Además, existe el sistema de protección del reactor cuyo fin es producir el disparo del reactor, o la parada rápida del mismo, mediante una rápida inserción de las barras de control ante una indicación de que algún parámetro del reactor está en valores fuera del rango previsto.

Además de estos sistemas, la seguridad durante la operación de la central está complementada con la inspección, vigilancia y comprobación periódicas de dichos sistemas, mediante ensayos previamente programados. Existe también, un plan de vigilancia radiológica ambiental, tanto en el emplazamiento de la central, como en la zona de los alrededores de la misma, durante todo el período de explotación, y básicamente consiste en:

Toma de datos de dosis en las estaciones ambientales seleccionadas.

Toma de muestras de la fauna y la flora de la zona.

Toma de muestras de agua, aire y leche.

Preparación y recuento radiológico de las muestras.

Evaluación radiológica y cálculo de dosis acumuladas.

Sistemas de seguridad de los reactores:

Se ha dedicado una enorme atención a la seguridad de los reactores. En un reactor en funcionamiento, la mayor fuente de radiactividad, con diferencia, son los elementos del combustible. Una serie de barreras impide que los productos de fisión pasen a la biosfera durante el funcionamiento normal. El combustible está en el interior de tubos resistentes a la corrosión. Las gruesas paredes de acero del sistema de refrigeración primario del RAP forman una segunda barrera. El propio agua de refrigeración absorbe parte de los isótopos biológicamente importantes, como el yodo. El edificio de acero y hormigón supone una tercera barrera.

Durante el funcionamiento de una central nuclear, es inevitable que se liberen algunos materiales radiactivos. La exposición total de las personas que viven en sus proximidades suele representar un porcentaje muy bajo de la radiación natural de fondo. Sin embargo, las principales preocupaciones se centran en la liberación de productos radiactivos causada por accidentes en los que se daña el combustible y fallan los dispositivos de seguridad. El principal peligro para la integridad del combustible es un accidente de pérdida de refrigerante, en el que el combustible resulta dañado o incluso se funde. Los productos de fisión pasan al refrigerante, y si se rompe el sistema de refrigeración, los productos de fisión penetran en el edificio del reactor.

Los sistemas de los reactores emplean una compleja instrumentación para vigilar constantemente su situación y controlar los sistemas de seguridad empleados para desconectar el reactor en circunstancias anómalas. El diseño de los RAP incluye sistemas de seguridad de refuerzo que inyectan boro en el refrigerante para absorber neutrones y detener la reacción en cadena, con lo que la desconexión está aún más garantizada. En los reactores de agua ligera, el refrigerante está sometido a una presión elevada. En caso de que se produjera una rotura importante en una tubería, gran parte del refrigerante se convertiría en vapor, y el núcleo dejaría de estar refrigerado.

Para evitar una pérdida total de refrigeración del núcleo, los reactores están dotados con sistemas de emergencia para refrigeración del núcleo, que empiezan a funcionar automáticamente en cuanto se pierde presión en el circuito primario de refrigeración. En caso de que se produzca una fuga de vapor al edificio de contención desde una tubería rota del circuito primario de refrigeración, se ponen en marcha refrigeradores por aspersión para condensar el vapor y evitar un peligroso aumento de la presión en el edificio.

Reprocesamiento del combustible:

La fase de reprocesamiento del combustible plantea diversos riesgos radiológicos. Uno de ellos es la emisión accidental de productos de fisión en caso de que se produzca una fuga en las instalaciones químicas y los edificios que las albergan. Otro podría ser la emisión rutinaria de niveles bajos de gases radiactivos inertes como el xenón o el criptón. Una instalación británica llamada THORP (acrónimo inglés de Planta Térmica de Reprocesamiento de Óxido) ha empezado a funcionar en Sellafield, en la región de Cumbria. Esta planta reprocesará combustible agotado de centrales británicas y extranjeras. En Francia también se lleva a cabo este proceso, y Japón está desarrollando sus propias plantas de reprocesamiento.

Una gran preocupación en relación con el reprocesamiento químico es la separación de plutonio 239, un material utilizado en la fabricación de armas nucleares. En Estados Unidos por ejemplo, no se reprocesa en la actualidad ningún combustible por temor al uso ilegal de este producto. El empleo de medios no tanto técnicos como políticos parece ser la mejor forma de controlar los peligros de su desviación subrepticia —o su producción secreta— para fabricar armas. La mejora de las medidas de seguridad en los puntos sensibles del ciclo del combustible y el aumento de la inspección internacional por parte de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA) parecen las medidas más apropiadas para controlar los peligros de la desviación de plutonio.

Almacenamiento de residuos:

El último paso del ciclo del combustible nuclear, el almacenamiento de residuos, sigue siendo uno de los más polémicos. La cuestión principal no es tanto el peligro actual como el peligro para las generaciones futuras.

Muchos residuos nucleares mantienen su radiactividad durante miles de años, más allá de la duración de cualquier institución humana. La tecnología para almacenar los residuos de forma que no planteen ningún riesgo inmediato es relativamente simple. La dificultad estriba por una parte en tener una confianza suficiente en que las generaciones futuras estén bien protegidas y por otra en la decisión política sobre la forma y el lugar para almacenar estos residuos. La mejor solución parece estar en un almacenamiento permanente, pero con posibilidad de recuperación, en formaciones geológicas a gran profundidad. En 1988, el gobierno de Estados Unidos eligió un lugar en el desierto de Nevada con una gruesa sección de rocas volcánicas porosas como el primer depósito subterráneo permanente de residuos nucleares del país. En el Reino Unido no se ha escogido ningún lugar, aunque las investigaciones geológicas se centran en Sellafield.

El riesgo de las centrales nucleares:

El origen del riesgo en las centrales nucleares se encuentra en la presencia y posible escape de las radiaciones y productos radiactivos producidos en el núcleo del reactor. Por este motivo, la seguridad nuclear consiste en diseñar, construir y operar las centrales nucleares para obtener de forma segura la producción de energía eléctrica, sin que ello suponga un riesgo superior al tolerable para la población y para los trabajadores de la central. Dados los estrictos controles nacionales e internacionales en el diseño y operación de las centrales, los riesgos nucleares son extraordinariamente bajos. A pesar de los accidentes más relevantes, Three Mile Island (TMI) y Chernobyl ya anterior mencionado, la probabilidad es baja, así como los daños ocasionados por dichos accidentes. En el caso de TMI no hubo ninguna muerte que lamentar y el de Chernobil no se superaron los 31 casos. Si se compara el accidente de TMI, en el cual no hubo un escape radiactivo grande al exterior, con el de Chernobil que sí lo tuvo, es de resaltar que el concepto de seguridad.

Organismos internacionales que se ocupan de la protección radiológica:

El más veterano entre todos ellos es la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), constituido en 1928. Originalmente estaba formada solamente por médicos y biólogos, pero al ampliarse a la protección radiológica de instalaciones nucleares y radioactivas, en 1950.

De ella dependen cuatro comités dedicados a:

- Efectos de las radiaciones.

- Definición de limites secundarios de la carga corporal.

- Protección radiológica en medicina.

- Implantación de las recomendaciones que ella formule.

En 1948 se iniciaron las investigaciones nucleares en España, en la Junta de Energía Nuclear.