

Energía Nuclear: Fukushima

Ciencias

Bachillerato

Federico Riopérez

2011

Introducción:

En los últimos años la energía nuclear ha ocupado gran parte de nuestros telediarios debido a que es una fuente de energía muy polémica, creando grandes debates sobre su uso legalizado. Sin ir mas lejos está defendida por una gran mayoría de científicos pero en su contra están otros tantos, como el premio Nobel de Química 2010, el japonés Ei-Chi Negishi.

Pero más aún en este año cuando, después de la catástrofe natural de Japón la central nuclear de Fukushima está teniendo grandes problemas debido a sus escapes radioactivos, provocando un desastre nuclear.

Es por ello que elijo este tema para tratar, centrándome en dicho desastre, en conceptos básicos sobre las reacciones de la energía nuclear, el funcionamiento de las centrales, las ventajas y desventajas de esta fuente de energía y los tipos de radiactividad entre otras cosas.

Creo que hoy en día uno de nuestros deberes como ciudadanos es el de estar informados de todo lo que ocurre a nuestro alrededor, ya sea cualquier descubrimiento, desastre, etc.

Por eso mi objetivo con este trabajo fue informarme de estos conceptos de energía nuclear que resultan tan interesantes y poder exponerlo de forma que esta información llegue a más mentes inquietas.

Sin más demora os dejo con el trabajo y espero que disfrutéis leyéndolo tanto como yo al hacerlo.

Índice:

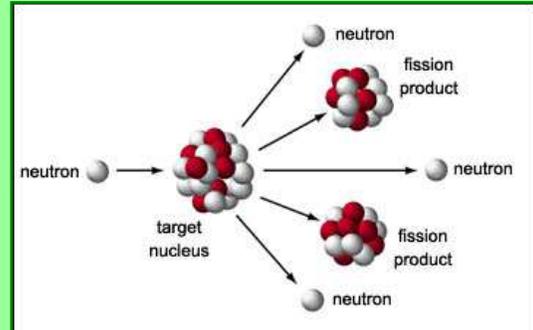
1. Conceptos fundamentales:
 - 1.1 Fisión nuclear.
 - 1.2 Cadena de reacciones nucleares.
 - 1.3 Masa crítica.
 - 1.4 La fisión nuclear controlada.
 - 1.5 Fisión nuclear espontánea.
- 2 Construcción de las plantas nucleares (Fukushima).
- 3 Principios de las reacciones nucleares.
- 4 Funcionamiento de una central nuclear.
- 5 Ventajas e inconvenientes de la energía nuclear.
- 6 Accidentes nucleares.
- 7 Diferencias entre fusión nuclear y fusión del núcleo.
- 8 Peligro nuclear.
- 9 Tipos de radioactividad.
- 10 Lo que ocurrió en Fukushima.
- 11 Accidente nuclear en Japón.
- 12 Conclusión.
- 13 Bibliografía.

1. Conceptos fundamentales:

1.1 Fisión nuclear

La fisión nuclear es una de las dos reacciones posibles que se producen cuando trabajamos con energía nuclear.

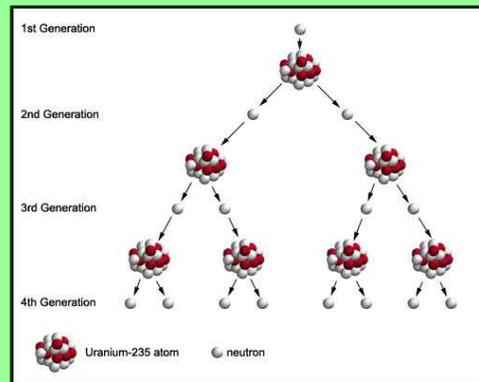
En energía nuclear llamamos fisión nuclear a la división del núcleo de un átomo. El núcleo se convierte en diversos fragmentos con una masa casi igual a la mitad de la masa original más dos o tres neutrones. La suma de las masas de estos fragmentos es menor que la masa original. La fisión nuclear puede ocurrir cuando un núcleo de un átomo pesado captura un neutrón, o puede ocurrir espontáneamente.



1.2 Cadena de reacciones nucleares

Una reacción en cadena se refiere a un proceso en el que los neutrones liberados en la fisión produce una fisión adicional en al menos un núcleo más. Este núcleo, a su vez produce neutrones, y el proceso se repite. El proceso puede ser controlado (energía nuclear) o incontrolada (armas nucleares).

Si en cada fisión provocada por un neutrón se liberan dos neutrones más, entonces el número de fisiones se duplica en cada generación.



1.3 Masa crítica

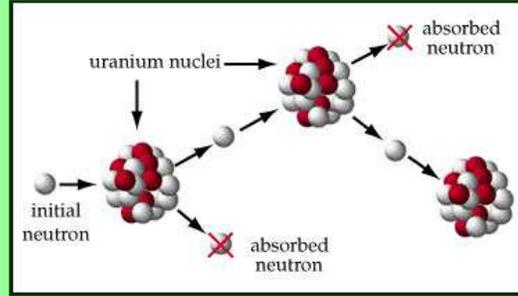
La masa crítica es el punto donde la reacción en cadena puede llegar a ser autosostenible.

En una bomba atómica, por ejemplo, la masa de materias fisionables es mayor que la masa crítica.

La cantidad de masa crítica de un material fisionable depende de varios factores, la forma del material, su composición y densidad, y el nivel de pureza.

1.4 La fisión nuclear controlada

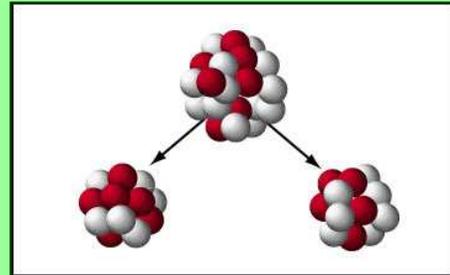
Para mantener un control sostenido de reacción nuclear, por cada 2 o 3 neutrones puestos en libertad, sólo a uno se le debe permitir dar a otro núcleo de uranio. Si esta relación es inferior a uno entonces la reacción va a morir, y si es más grande va a crecer sin control (una explosión atómica). Para controlar la cantidad de neutrones libres en el espacio de reacción debe estar presente un elemento de absorción de neutrones.



Los neutrones a menudo tienen mucha energía y se reducen a través del uso de un moderador, como el agua pesada y el agua corriente

1.5 Fisión nuclear espontánea

La tasa de la fisión nuclear espontánea es la probabilidad por segundo que un átomo dado se fisione de forma espontánea - es decir, sin ninguna intervención externa. El plutonio 239 tiene una muy alta tasa de fisión espontánea en comparación con la tasa de fisión espontánea de uranio 235.



2. Construcción de las plantas nucleares (Fukushima)

Las plantas de Fukushima son los llamados “Boiling Water Reactors” (Reactores de agua hirviente) o BWR.

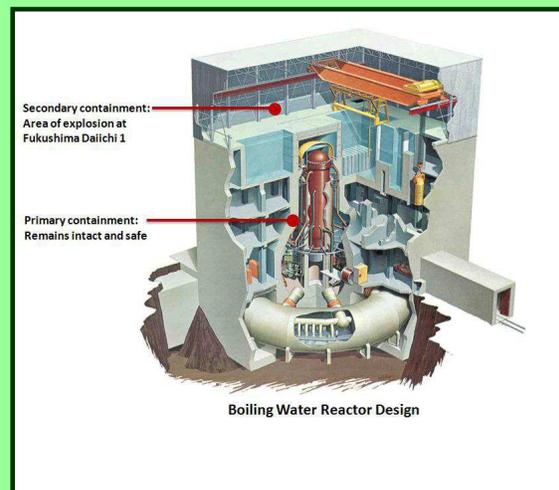
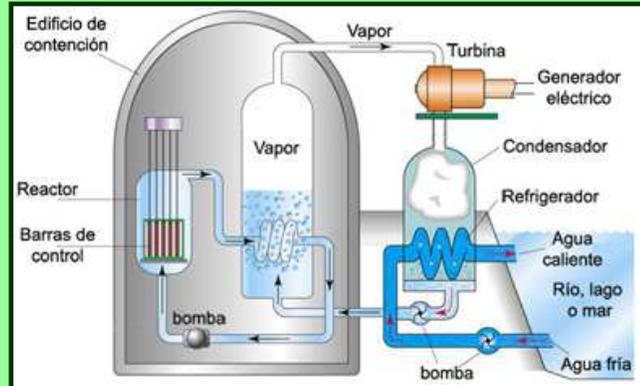
El combustible nuclear calienta agua, el agua hierve y crea vapor, el vapor entonces se lleva a unas turbinas que crean la electricidad, tras ello el vapor es enfriado y condensado a agua y dicho agua se reenvía para que sea calentado de nuevo por el combustible nuclear.

El combustible nuclear es óxido de uranio. El óxido de uranio es una cerámica con un alto punto de fusión sobre los 3000°C. El combustible es manufacturado en bolitas puestas en un tubo largo hecho de Zircaloy con un punto de fusión de 2200°C. Eso forma lo que se llama las varillas de combustible que forman el núcleo.

El recubrimiento de Zircaloy es la primera contención (“defensa”) y separa el combustible radiactivo del resto del mundo.

El núcleo es colocado en unos “recipientes de presión que conforman la segunda contención. Es una robusta ‘olla’, diseñada para contener el núcleo de manera segura por temperaturas de varios centenares de °C.

Todos los componentes del reactor nuclear son encerrados en una tercera contención, herméticamente sellada, creando una gran “burbuja” formada por el más resistente acero, diseñada, construida y probada para una sola función: Contener, indefinidamente la completa fusión de un reactor. Para ese cometido, una cuenca de hormigón de gran espesor se coloca debajo del recipiente a presión (la segunda contención), la cual está rellena de grafito, todo dentro de la tercera contención. Esto es lo que se llama “receptor del núcleo”.



3. Principios de las reacciones nucleares

El combustible de uranio genera calor por la fisión nuclear. Grandes átomos de uranio son divididos en átomos más pequeños. Eso genera más calor junto con neutrones. Cuando el neutrón golpea otro átomo de uranio, se parte, generando más neutrones creando una reacción nuclear en cadena.

Para controlar las reacciones nucleares en cadena, los operadores del reactor usan las tan llamadas “varas de contención”. Estas varas absorben los neutrones y detienen la reacción en cadena de manera instantánea. Un reactor nuclear está construido de tal manera que operando normalmente, se pueda sacar todas las varas de contención. El agua refrigerante entonces se lleva consigo el calor en la misma proporción en que el núcleo lo produce, trabajando de este modo, con temperaturas sobre los 250°C.

El reto aquí es que después de insertar las varillas y parar la reacción en cadena, el núcleo sigue produciendo calor. El uranio “paralizó” la reacción en cadena. Pero un número de elementos radiactivos intermedios son creados por el uranio durante su proceso de fisión, en concreto son los isótopos de cesio y yodo, versiones radiactivas de estos elementos que acabarán dividiéndose en átomos más pequeños y dejarían de ser radiactivos. Estos elementos siguen descomponiéndose y produciendo calor porque no son regenerados por el uranio, entonces se obtienen menos y menos y el núcleo se enfría en cuestión de días, hasta que esos elementos radiactivos intermedios se agotan.

Existe un segundo tipo de material radiactivo creado en el exterior de las varas de combustible. La principal diferencia reside en que esos materiales radiactivos tienen una vida media muy corta, eso quiere decir que descomponen muy rápidamente y se parten en materiales no radiactivos.

Gran parte de estos neutrones golpearán otros átomos de uranio y seguirán manteniendo la reacción en cadena. Pero algunas abandonan la vara de combustible y golpean moléculas de agua, o el aire que está en el agua. Entonces, un elemento no radiactivo podrá “capturar” el neutrón convirtiéndose en radiactivo.

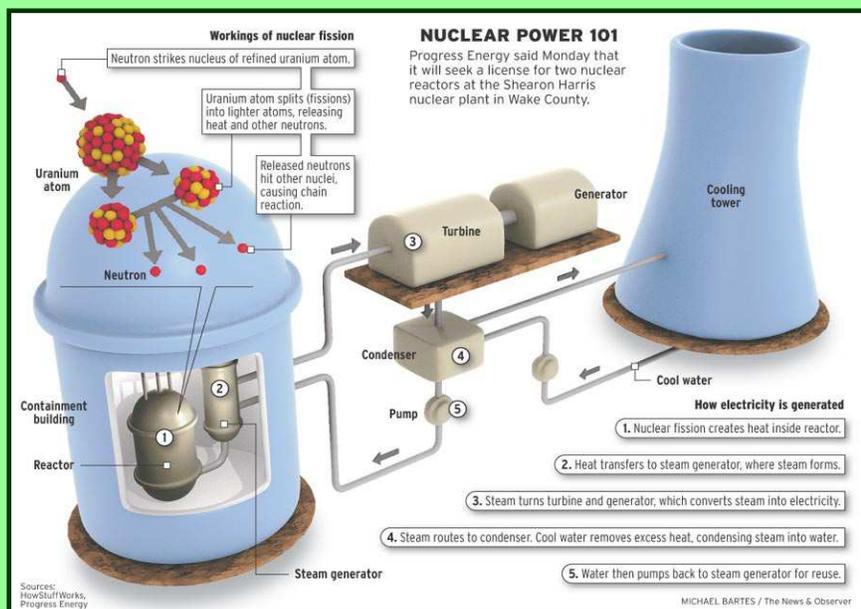
4. Funcionamiento de una central nuclear

El principio básico de una central nuclear es utilizar el calor producido en la fisión nuclear para calentar agua hasta convertirla en vapor a alta temperatura y presión. El vapor, llega hasta una gran turbina que hace girar. La turbina está conectada a un generador que convertirá el movimiento circular en energía eléctrica.

El encargado de calentar y transformar el agua en vapor es el reactor nuclear que se encuentra dentro de un edificio llamado edificio de contención. En el reactor nuclear se produce la fisión del núcleo de los átomos. Ésta es una reacción que genera gran cantidad de calor que se aprovecha para calentar el agua mediante elementos con alta conductividad térmica.

El agua transformada en vapor a alta temperatura sale del edificio de contención debido a la alta presión a la que está sometido hasta llegar a la turbina y hacerla girar. En este momento parte de la energía calorífica del vapor se transforma en energía cinética. Ésta turbina está conectada a un generador eléctrico mediante el cual podrá transformar la energía cinética en energía eléctrica.

Por otra parte, el vapor de agua que salió de la turbina, aunque ha perdido energía calorífica sigue estando en estado gas y muy caliente, por lo que hay que refrigerarlo antes de volverlo a meter en el circuito. Por este motivo, que al salir de la turbina se dirige a un depósito de condensación donde estará en contacto térmico con unas tuberías de agua fría. El vapor de agua se vuelve líquido y mediante una bomba se manda de nuevo al reactor nuclear para volver a repetir el ciclo.



5. Ventajas e inconvenientes de la energía nuclear

Analizar las ventajas e inconvenientes de la energía nuclear es un ejercicio difícil pero necesario para formarse una opinión sobre la conveniencia o no de apostar por la energía nuclear. Es difícil porque la mayoría de los expertos ya están posicionados a favor o en contra de la instalación de centrales nucleares y al desarrollar sus opiniones tienen una tendencia a la subjetividad.



Aún así, trataremos de contrastar ambas posturas y realizar una lista de ventajas e inconvenientes objetivos de la energía nuclear.

Ventajas de la energía nuclear

Un tercio de la energía generada en Europa proviene de la energía nuclear, esto supone que se emiten 700 millones de toneladas de CO² y otros contaminantes generados a partir de la quema de combustibles fósiles.

Actualmente se consumen más combustibles fósiles de los que se producen de modo que en un futuro no muy lejano se agotarían estos recursos. Una de las grandes ventajas del uso de la energía nuclear es la relación entre la cantidad de combustible utilizado y la energía obtenida. Esto se traduce, también, en un ahorro en transportes, residuos, etc.

Al ser una alternativa a los combustibles fósiles como el carbón o el petróleo, evitaríamos el problema del llamado calentamiento global, el cual, se cree que tiene una influencia más que importante con el cambio climático del planeta. Mejoraría la calidad del aire que respiramos con lo que ello implicaría en el descenso de enfermedades y calidad de vida.

Actualmente la generación de energía eléctrica se realiza mediante reacciones de fisión nuclear, pero si la fusión nuclear fuera practicable, ofrecería las siguientes ventajas:

- Obtendríamos una fuente de combustible inagotable.
- Evitaríamos accidentes en el reactor por las reacciones en cadena que se producen en las fisiones.
- Los residuos generados son mucho menos radiactivos.

Inconvenientes de la energía nuclear

Uno de los principales inconvenientes es la generación de residuos nucleares y la dificultad para gestionarlos ya que tardan muchísimos años en perder su radiactividad y peligrosidad.

Si bien económicamente es rentable desde el punto de vista del combustible consumido respecto a la energía obtenida no lo es tanto si se analizan los costes de la construcción y puesta en marcha de una planta nuclear teniendo en cuenta que, por ejemplo en España, la vida útil de las plantas nucleares es de 40 años.

Inconvenientes de seguridad incrementados ahora con el terrorismo internacional. Además de la proliferación de energía nuclear que obligaría a recurrir al plutonio como combustible.

Aunque los sistemas de seguridad son muy avanzados, las reacciones nucleares por fisión generan unas reacciones en cadena que si los sistemas de control fallasen provocarían una explosión radiactiva.

Por otra parte, la energía nuclear de fusión es inviable debido a la dificultad para calentar el gas a temperaturas tan altas y para mantener un número suficiente de núcleos durante un tiempo suficiente para obtener una energía liberada superior a la necesaria para calentar y retener el gas resulta altamente costoso.

6. Accidentes nucleares

En la energía nuclear nos referimos a accidente nuclear a aquellos sucesos que emiten un determinado nivel de radiación susceptible de perjudicar a la salud pública.

Los accidentes nucleares se clasifican entre accidentes e incidentes nucleares según la gravedad. Y se incluyen tanto los accidentes nucleares como los accidentes radiactivos. Para entendernos, un accidente nuclear podría ser la avería en un reactor de una central nuclear y un accidente por radiación podría ser el vertido de una fuente de radiación a un río.

Para determinar la gravedad de un accidente se ha definido una Escala Internacional de Accidentes Nucleares (más conocida por sus siglas en inglés INES).

Los diez accidentes nucleares de la historia son:

Windscale, Reino Unido - Oct 1957

Nivel 5 - Incendio en uno de los dos reactores provoca fuga de radiación que contamina 518 kilómetros cuadrados (km²), ganado y cultivos debieron ser destruidos. Reportan 33 muertes humanas por cáncer.

Montes Urales, URSS - Oct 1958

Explosión de desechos radiactivos en una fábrica de armas nucleares soviéticas cerca de la ciudad de Kyshtym. Autoridades evacuan a más 10 mil personas del área contaminada, no reportan víctimas.

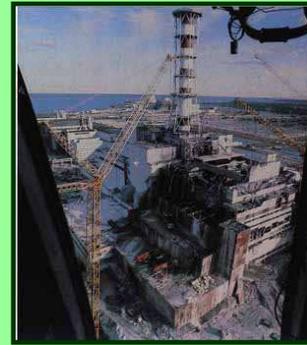
Three Mile Island, Estados Unidos - Mar 1979

Nivel 7 - Fusión nuclear parcial en uno de los dos reactores, causada por sobrecalentamiento, libera agua y gases radiactivos. Un total de 140 mil personas evacuadas de la zona. El peor accidente en la historia nuclear del país.



Chernóbil, Ucrania - Abr 1986

Nivel 7 - Accidente más grave en toda la historia nuclear provocado por la fusión y explosión de un reactor, que lanza a la atmósfera radiactividad equivalente a 20 bombas como las que cayeron en Hiroshima. Se estima que el hecho causó la muerte de unas 16 mil personas.



Tokaimura, Japón - Mar 1997

Una fuga origina un incendio y una explosión en la planta de procesamiento de uranio, que contamina a al menos 35 trabajadores.

Tokaimura, Japón - Sep 1999

Nivel 5 - Un error humano provoca una descontrolada reacción nuclear en cadena en una planta de procesamiento de uranio. En total dos empleados pierden la vida de los 50 que estuvieron expuestos a altos niveles de gas radioactivo. Autoridades ordenan a más de 300 mil residentes que permanezcan encerrados.

Blayais, Francia - Dic 1999

Nivel 2 - La planta quedó inundada tras una tempestad, el agua estancada detuvo automáticamente la operación de tres de los cuatro reactores, así como la bomba de enfriamiento, debido a cortes de energía. Faltaron dos dígitos para que se produjera una fusión.

Mihama, Japón - Ago 2004

Una fuga en el equipo radiactivo de una planta nuclear causa la muerte de cuatro trabajadores y severas quemaduras a otros siete.

Kashiwazaki, Japón - Jul 2007

Un sismo de magnitud 6.8 grados Richter provoca fugas de gas y agua radiactivos e incendios. No se reportan víctimas, pero la central es cerrada para verificar la seguridad de las instalaciones.

Fukushima, Japón - Mar 2011

Nivel 7 - Explosiones en la planta nuclear al fallar el sistema de enfriamiento tras el terremoto y posterior tsunami en Japón, emitiendo radiactividad a la atmósfera. Evacuan a todos los residentes en un área de 30 km² a la redonda.

7. Diferencias entre fusión nuclear y fusión del núcleo

Ante un accidente nuclear como el de la central nuclear de Fukushima, en Japón, suele hablar a menudo del riesgo de la fusión del núcleo.

Es importante no confundir la fusión del núcleo de un reactor nuclear con la energía nuclear de fusión.

La fusión nuclear es el proceso en el que dos átomos se unen para pasar a formar uno solo. Esto libera mucha energía que podría ser aprovechada para generar energía eléctrica. Desgraciadamente estas reacciones no se pueden controlar bien y mucho menos para crear centrales nucleares para la producción de energía eléctrica.

Las centrales nucleares actuales utilizan reacciones de fisión nuclear, que se basa precisamente en al partir un átomo para obtener dos, esto no genera tanta energía pero en continua generando mucha.

La energía producida por las reacciones de fisión se obtiene en forma de calor. Gran parte de este calor se utiliza para hacer girar unas turbinas para convertirla en energía eléctrica. Y otra parte hay que disiparse la porque el núcleo no se sobrecaliente. Por eso las centrales están cerca de abundantes fuentes de agua (ríos caudalosos y mares u océanos).

La fusión del núcleo se refiere al paso de estado sólido a líquido. En el caso de la mayoría de los accidentes nucleares como el de Fukushima o Japón por diversos motivos ha fallado el sistema de refrigeración. De modo que el núcleo empieza a acumular calor y va subiendo la temperatura. Todos los materiales del mundo tienen una temperatura que si se sobrepasa pasan de ser sólidos en líquidos, es decir, que se funden.

Si se funde el núcleo como es evidente no puede contener nada y el contenido radiactivo, que a estas temperaturas, ya está en forma de vapor se escapa por todas partes. Es como si pusiéramos una botella de agua de plástico al fuego.

Por lo tanto, el término fusión cuando hablamos de fusión nuclear se refiere al término unir y el término fusión cuando hablamos del núcleo de un reactor se refiere al paso de estado sólido a líquido, fundir.

8. Peligro nuclear.

Las centrales nucleares son muy seguras. Pero tampoco lo es afirmar que, cuando sucede lo impensable, los efectos de un accidente nuclear se extienden mucho más en el tiempo y en el espacio que los de la mayoría de siniestros.



Yodo común (mayoritariamente yodo-127) en estado sólido.
El yodo-131 es inestable, radioactivo y se considera cancerígeno.
Durante un accidente nuclear, suele escapar del reactor en forma gaseosa.

Los isótopos más comunes que se generan como consecuencia de estas reacciones nucleares en un reactor típico de uranio (térmico), son los siguientes:

- Cesio-134/135 (6,8%)
- Yodo-135/xenón-135 (6,3%)
- Circonio-93 (6,3%)
- Cesio-137 (6,1%)
- Tecnecio-99 (6,1%)
- Estroncio-90 (5,8%)
- Yodo-131 (2,8%)
- Prometio-147 (2,3%)
- Samario-149 (1,1%)

El principal problema, claro, es que la mayoría son radioactivos. Es decir, radioisótopos inestables que liberan energía potencialmente peligrosa y en caso de accidente nuclear se esparcen por el medio ambiente. De todos ellos, los que más miedo dan son los que son o pueden convertirse en potentes emisores de radiación gamma.

¿Qué es todo de la radiación gamma?

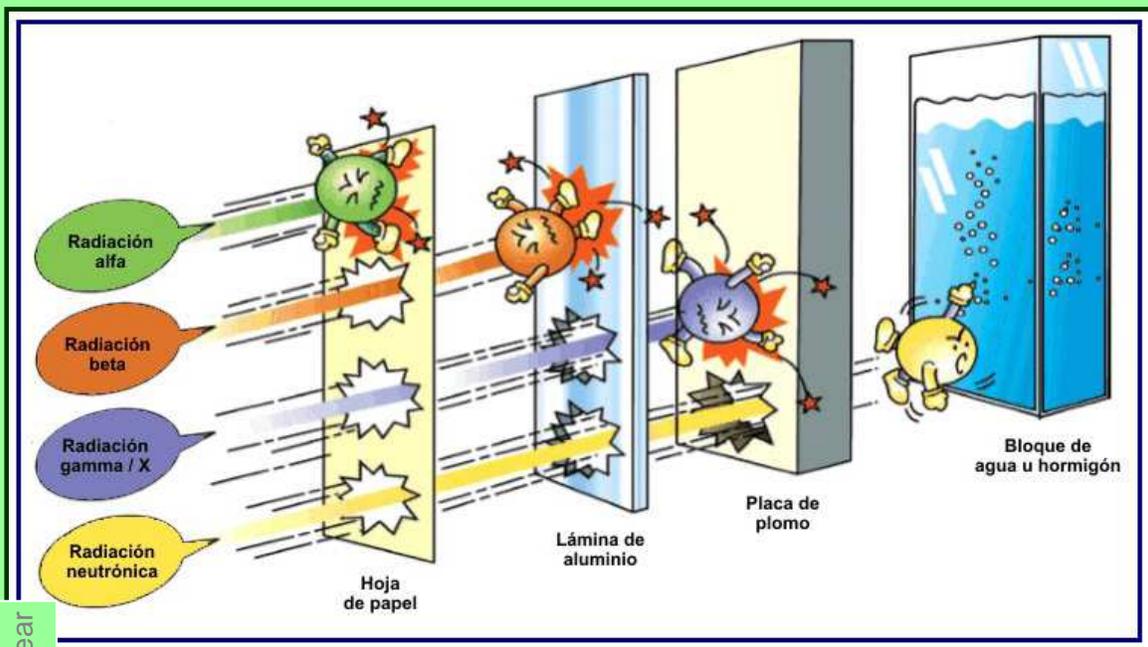
9. Tipos de radioactividad.

La radiación alfa son grupos de dos protones y dos neutrones que escapan típicamente de los átomos grandes e inestables.

La radiación beta suele ser relativamente menos peligrosa. Es unas cien veces más penetrante que la alfa, pero eso sigue sin ser mucho. Provoca característicamente quemaduras superficiales e irradiación de la piel u otros tejidos próximos al exterior, dado que sólo puede penetrar unos pocos milímetros en el cuerpo humano.

La radiación gamma, es más que radiación electromagnética, o sea fotones, como la luz visible o los ultravioletas; pero a frecuencias muy altas y con una energía pavorosa. A diferencia de las dos anteriores puede atravesar cantidades significativas de materia y por supuesto un cuerpo humano entero.

La radiación neutrónica está compuesta, como su nombre indica, por neutrones libres que escapen de los procesos de fisión o fusión del átomo. Los neutrones así producidos tienen una energía cinética muy grande y son capaces de atravesar metros de plomo u hormigón. Hace falta una cantidad significativa de estas sustancias o de agua para que se paren. Cuando los neutrones alcanzan otra materia, como la materia viva, chocan con los núcleos de sus átomos y los desplazan y alterna en cascadas de colisiones. También puede deteriorarla directamente por efecto Wigner.



Y finalmente nos encontramos con el sievert (Sv), que mide la cantidad de radiación absorbida por los tejidos de un cuerpo humano o de cualquier otro mamífero. Este es el que nos interesa para saber cuanto nos esta afectando la radiación. Es simplemente el resultado de multiplicar el número de grays por dos factores correctores: uno para el tipo de radiación y otro para el tipo de tejido afectado. Por ejemplo: la radiación beta o gamma tiene un factor multiplicador de 1 y los testículos u ovarios tiene otro de 0,20. Es decir, que si estamos recibiendo un gray de radiación gamma donde tú ya sabes, estamos absorbiendo 0,2 sieverts. Otro ejemplo: la radiación alfa tiene un factor de 20 y el estomago de 0,12, o sea que si nos hemos zampado una fuente de radiación alfa equivalente a un gray, nuestro estomago esta absorbiendo 1,67 sieverts ($1 \times 20 \times 0,12$).

Lógicamente, cuando oímos hablar de sieverts/hora (Sv/h), grays/hora (Gy/h) o roentgens/hora (R/h) se están refiriendo a la cantidad de radiación que se absorbe a cada hora que pasa (y lo mismo para el día, el mes, el año, etcétera). O sea, si nos dicen que en un lugar determinado la dosis es de 200 milisieverts/hora, una persona que permanezca ahí cinco horas habrá absorbido un sievert enterito. Cuando anuncian que el límite de seguridad para los trabajadores de la industria nuclear en la Unión Europea son 50 mSv/año con un máximo de 100 mSv durante cinco años consecutivos están también hablando de esto. Y cuando el Consejo de Seguridad Nuclear nos cuenta que estamos recibiendo normalmente una media de 0,15 μ Sv/h (ojo con los milis y los micros...) significa que cada año absorbemos 1,314 mSv por la radiación natural de fondo; es decir, 0,001314 sieverts. En ochenta años de vida, 0,1 sieverts.

Un estudio sobre los extremos que puede resistir un ser vivo, y especialmente los extremos de radioactividad. Resumiendo que un ser humano está listo para el ataúd de plomo si absorbe más de 8 o 10 sieverts, especialmente si se los lleva todos de una sola vez. El síndrome radioactivo agudo puede aparecer por encima de 1 sievert. Y entre 0,5 y 1 se observan síntomas inmediatos, como un descenso en la cuenta de glóbulos rojos de la sangre, pero generalmente no causa la muerte de manera directa.

Existe disputa sobre los efectos de la radiación sobre la salud humana. Esto se debe a que son de dos tipos, llamados estocásticos y no-estocásticos. O sea: dependientes de la suerte y directos.

Cuando hablamos de estas cifras tan exactas, de síndrome radioactivo, de envenenamiento radiológico nos referimos siempre a los efectos directos (no-estocásticos). Vamos, que si recibes veinte sieverts del tirón, ya no tiene nada que hacer. Pero si recibes cinco, por ejemplo, vas a tener una combinación de efectos estocásticos y no-estocásticos. Los no-estocásticos o directos dicen que se te va a caer el cabello, vas a sufrir hemorragias e infecciones y la cuenta de glóbulos blancos se te va a ir al demonio. También se puede decir no-estocásticamente que tienes entre

un cinco y un cincuenta por cien de probabilidades de morir pronto, incluso con asistencia medica.

Pero en caso de que sobrevivas, no se puede saber si vas a sufrir un cáncer en el futuro relacionado con esta absorción o no. O si tus hijos van a salir estropeados o no. O cualquier otro de los males comúnmente atribuidos a la radiación. Estos son los efectos estocásticos, o sea azarosos. Y de ellos se sabe bastante menos. Si dentro de diez años te sale un cáncer de hígado, será por la radiación.

Resulta obvio que esto es mucho más difícil de calcular. Un dato generalmente aceptado es el número de cánceres en exceso. Es decir, cuantos canceres de más se dan en una población expuesta a la radioactividad sobre la cifra que cabria esperar estadísticamente en una población similar que no ha sufrido exposición significativa. Pero incluso esta cifra es un tanto especulativa, porque puede deberse a este motivo o a cualquier otro.

Por ello, existe debate sobre cuales son los niveles mínimos aceptables de radioactividad. Sabemos que por debajo de 0,5 Sv no suelen manifestarse efectos directos (no-estocásticos), pero muchos disputan que todo incremento de radiación ambiental tendera a elevar el numero de efectos estocásticos, como esos condenados canceres. Y que, en una población numerosa, por ley de los grandes números, habrá inevitablemente victimas de la radioactividad incluso a dosis bajas, que no llamaran mucho la atención y se achacaran a otras causas.

10. Lo que ocurrió en Fukushima

El terremoto que alcanzó Japón era 7 veces más potente que el peor terremoto para el cual se había construido la planta nuclear (la escala de Richter funciona logarítmicamente; la diferencia entre 8.2 que la planta puede soportar y el 8.9 que golpeó Japón son 7 veces, no 0.7).

Cuando el terremoto golpeó con 8.9, todos los reactores nucleares se apagaron automáticamente. Segundos después de que comenzara el terremoto, las varas de contención habían sido insertadas dentro del núcleo y la reacción en cadena del uranio se detuvo.

El terremoto destruyó la fuente externa de electricidad del reactor nuclear.

La energía es necesaria para mantener las bombas de refrigerante funcionando.

Como la central eléctrica se ha apagado, ya no puede producir más electricidad por sí misma.

Las cosas fueron bien durante una hora. Uno de los múltiples juegos de generadores de energía Diésel comenzó a funcionar y suministró la electricidad necesaria. Cuando vino el Tsunami se llevó todos los equipos generadores de energía Diésel de reserva.

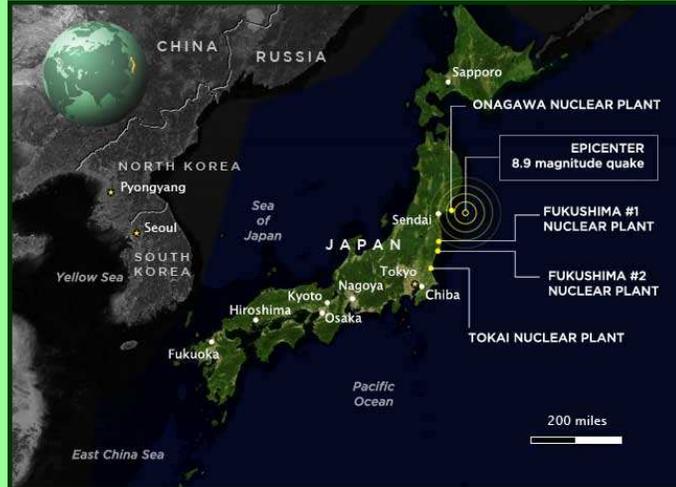
Fue entonces cuando los operadores del reactor utilizaron la energía de la batería de emergencia y así poder proporcionar la energía necesaria para refrigerar el núcleo durante 8 horas.

Se usaron generadores diésel portátiles (móviles).

Aquí es cuando las cosas empezaron a ir terriblemente mal. Los generadores externos de energía no pudieron ser conectados a la central eléctrica

Así que después de que las baterías se agotaran, el calor residual ya no pudo ser trasladado.

En este momento, los operadores de la central empezaron a seguir procedimientos de emergencia en caso de que fallara el sistema de refrigeración. Los sistemas de refrigeración no tendrían que haber fallado por completo, pero fallaron, así que “se retiraron” a la siguiente línea de defensa.



El mayor problema en estos casos son las altas temperaturas, a las que el núcleo había alcanzado llegado a este punto, las moléculas de agua se disociaron en oxígeno e hidrógeno, una combinación explosiva. Y explotó en el exterior de la tercera contención, dañando el edificio del reactor.

El núcleo está cubierto por varios metros de agua para permitir cierto tiempo antes de que esté expuesto. Una vez que las varas empiezan a ser expuestas empezando por lo más alto, las partes expuestas alcanzan temperaturas críticas de 2200°C tras haber pasado unos 45 minutos. Aquí sería cuando la primera contención, los tubos de Zircaloy, falla.

Y esto es lo que empezó a ocurrir: La refrigeración no pudo ser reanudada antes de que hubiera cierto daño al recubrimiento del combustible. El material nuclear seguía intacto, pero la carcasa de Zircaloy empezó a derretirse. Lo que sucede ahora es que algunos de los subproductos provenientes de la descomposición del uranio (Cesio y yodo radiactivo) empezaron a mezclarse con el vapor. El gran problema, el uranio, seguía bajo control, porque las varas de óxido de uranio aguantarían hasta los 3000°C. Se ha confirmado que pequeñas cantidades de cesio y yodo fueron detectadas en el vapor liberado a la atmósfera.

Parece que fue la señal para un plan B. Las pequeñas cantidades de cesio que fueron detectadas 'avisaron' a los operadores de que la primera contención de una de las varas (de algún lado) iba a ceder. El plan A había sido recuperar uno de los sistemas de refrigeración para bajar la temperatura del núcleo. La razón por la que falló sigue sin saberse. Una posible explicación es que el tsunami también se llevo / contaminó todo el agua necesaria para los sistemas de refrigeración normales.

El agua usada en estos sistemas de refrigeración es muy limpia, agua desmineralizada (como destilada). La razón para usar agua pura es la anterior mencionada, es decir, la activación de neutrones procedentes del Uranio: El agua pura no consigue activarse mucho, por lo que permanece casi libre de radiación. Agua sucia o salada absorberá los neutrones más rápidamente, convirtiéndose más radiactivo. Esto da igual en el núcleo – sea lo que sea que lo refrigere. Pero se convierte en un problema para los operadores y mecánicos cuando tienen que hacerse cargo con el agua activada (ligeramente radiactiva).

Pero el plan A falló – los sistemas de refrigeración o agua limpia no estaban disponibles – así que se cambió a un plan B. Esto es lo que parece que sucedió:

Con el fin de prevenir una fusión de núcleo, los operadores empezaron a usar agua de mar para enfriar el núcleo. No estoy muy seguro de si inundaron nuestra olla a presión con esa agua de mar (la segunda contención) o si inundaron la tercera contención. Pero no nos es relevante.

La central casi sufre una fusión de núcleo. El peor de los escenarios fue evitado: Si el agua de mar no hubiera podido ser utilizado para el tratamiento, los operadores hubieran continuado expulsando el vapor de agua para evitar una acumulación de la presión.

11. Accidente nuclear en Japón

A continuación una cronología resumida de los sucesos que se han producido en el mes de marzo:

Viernes, 11-3-2011

Se produce un terremoto de 8,9 grados en la escala de Richter cerca de la costa norte oriental de Japón a las 14:46 (hora japonesa). Este terremoto representa el más fuerte de la historia de Japón y el quinto más fuerte de todo el planeta desde que se tienen registros.

Posteriormente llegan las primeras olas de 10 metros de un tsunami provocado por el propio terremoto.

Automáticamente se paran todos los reactores nucleares de la región tal y como se prevé en el diseño de estas centrales nucleares para estas situaciones.

Las unidades que han parado son las siguientes:

- Central nuclear de Onagawa. Se paran automáticamente sus tres unidades.
- Central nuclear de Fukushima Daiichi. Se paran automáticamente las unidades 1, 2 y 3. Las unidades 4, 5 y 6 estaban paradas por mantenimiento periódico. La refrigeración de esta central requiere energía eléctrica y tienen máquinas diésel preparadas para generar energía eléctrica si se corta el suministro. Sin embargo inicialmente no hay suministro eléctrico y los motores diésel están estropeados debido a la inundación tras el tsunami. Por ello se dan instrucciones de evacuar a los residentes dentro de un radio de 3km de la central (cerca de 2000 personas). Posteriormente se solucionó el problema de suministro de energía eléctrica pero la presión en el reactor ya era muy elevada (a más temperatura mayor presión).
- Central nuclear Fukushima Daini. Se paran automáticamente sus 4 unidades.
- Central nuclear Tokai. Dispone de una sola unidad que se ha parado automáticamente.

Actualmente Japón cuenta con 54 reactores nucleares en operación que producen aproximadamente el 29% de su energía eléctrica.

Primeramente se decreta el estado de emergencia en las 11 centrales nucleares de Japón de las prefecturas de Miyagi, Fukushima e Ibaraki.

Sábado, 12-3-2011

El accidente de la central nuclear de Fukushima ha sido clasificado de nivel 7 de la Escala INES por El Organismo de Internacional de Energía Atómica.

Se amplía el radio alrededor de la central nuclear para evacuar a la población a 20km.



Domingo, 13-3-2011

El reactor número tres de la central nuclear de Fukushima Daiichi ha sufrido una explosión de hidrógeno. Actualmente se está inyectando agua de mar mezclada con ácido bórico al reactor para refrigerarlo y tener la integridad del recinto de contención controlado.

Por el momento no se puede determinar si esta explosión ha provocado emisiones radiactivas.

Con el fin de disminuir la presión en el reactor, el domingo se realizó una liberación controlada de gases desde la contención al exterior (a esta acción se la denomina venteo) según confirmó la eléctrica japonesa TEPCO.

Lunes, 14-3-2011

El accidente nuclear de Japón ya está provocando decisiones políticas en otros países.

Hoy Angela Merkel ha confirmado la suspensión durante tres meses de la prórroga de las centrales nucleares que les permite funcionar durante más tiempo del establecido inicialmente.

Merkel considera que el suministro de energía eléctrica en Alemania no se verá afectado ya que el país es eminentemente exportador.

Martes 15-3-2011

Esta noche se ha producido una nueva explosión en la central nuclear de Fukushima, según la Agencia de Seguridad Nuclear. El reactor afectado es el número 4 que en el momento del terremoto ya estaba parado. Según informa Tokio Electric Power la explosión ha provocado un incendio en el reactor.

Miércoles 16-3-2011

Ayer se evacuaron los 50 trabajadores que quedaban en la central nuclear de Fukushima Daiichi intentando refrigerar el reactor por el elevado índice de radiactividad. A día de hoy estos trabajadores ya han vuelto a la central para continuar en el intento de hacer bajar la temperatura del reactor.

Debido a la dificultad de utilizar el agua de mar para enfriar el reactor se ha intentado hacerlo lanzándola con un helicóptero del ejército que tampoco ha resultado factible por la elevada radiación en la zona. Intentarán hacerlo con mangueras de alta presión que se utilizan para dispersar manifestantes.

Esta mañana se han declarado varias columnas de humo blanco en el reactor afectado. A estas alturas aún no se puede afirmar si es vapor de agua o vapor radiactivo.

La situación en los seis reactores de la central nuclear es muy grave: se observan importantes destrozos en los reactores 3 y 4. El reactor número 4 ha registrado hoy un nuevo incendio. En los reactores 1 y 2 las barras de combustible nuclear también han quedado total o parcialmente dañadas. El reactor 5, que está apagado, el nivel del agua continúa bajando.

Jueves 17-3-2011

Continúan las tareas para intentar refrigerar el núcleo del reactor. En estos momentos los helicópteros del ejército ya pueden sobrevolar la central para echar agua de mar.

Hoy jueves la compañía eléctrica Tepco, propietaria de la central ha decidido enviar camiones cisterna con agua destilada para rellenar las piscinas.



Las piscinas son el primer destino del combustible gastado. Cuando el combustible nuclear gastado se extrae del reactor aún generan demasiado calor y radiación para poderlo trasladar a ninguna planta de gestión de residuos nucleares; primero debe pasar por estas piscinas para refrigerarse.

Debido al calor de la central del agua que llena las piscinas está evaporando. Es por ello que necesitan rellenar-las.

El último recurso ha sido instalar un cable eléctrico de 1km para poder hacer funcionar los generadores eléctricos que permitirían el refrigeramiento de los reactores.

Viernes 18-3-2011

Japón ha elevado hoy al nivel 5 de la emergencia de la central nuclear de Fukushima de 7 niveles que tiene la Escala INES de accidentes nucleares. Esto quiere decir que las autoridades japonesas consideran que este accidente nuclear tendrá unas consecuencias de gran alcance y no de alcance local como hasta ahora.

Las noticias que se tienen hoy de la central nuclear de Fukushima es que se ha conseguido estabilizar la situación. De modo que el estado de los reactores no empeora y el estado de las piscinas contenedoras de combustible nuclear gastado se han podido rellenar.

Portavoces de TEPCO y NISA desmentían ayer que la piscina de combustible gastado de la unidad 4 se hubiera vaciado completamente aunque se continúan haciendo esfuerzos para mejorar su situación.

Se sigue trabajando para reestablecer la energía eléctrica en los reactores para poder utilizar los propios sistemas de refrigeración.

Domingo 20-3-2011

Según el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) ha encontrado yodo radiactivo en productos alimenticios en la prefectura de Fukushima. Si bien la duración de la radiactividad del yodo es corta (unos 8 días) puede resultar perjudicial para la salud. Es por ello que el gobierno japonés ha asegurado que los productos contaminados no llegarán al mercado.

Lo que parecía evidente ya es oficial: El gobierno japonés ha anunciado que desmantelará la central nuclear de Fukushima I.

Jueves 24-3-2011

Dos trabajadores de la central nuclear de Fukushima han sido hospitalizados al haber recibido altas dosis de radiación mientras continuaban sus tareas para llevar energía eléctrica en el reactor 3 para poder utilizar los sistemas de refrigeración.

Lunes 28-3-2011

Finalmente Tepco ha pedido ayuda a los técnicos franceses para combatir la crisis nuclear de la central.

Se encuentra plutonio en cinco puntos de la central nuclear de Fukushima. Aunque Tepco dice que no supone ningún riesgo para la salud.

El gobierno japonés cree que se podrían haber fundido las barras de combustible de plutonio en el segundo reactor de Fukushima. De momento no se permite que los habitantes de la zona vuelvan para recoger sus pertenencias.

Lo ocurrido hasta principios de abril-2011

- Hasta ahora, las autoridades habían situado la gravedad en el grado 5.
- Las emisiones radiactivas en Fukushima equivalen 10% de las medidas en Chernóbil.
- Tepco investiga las causas de otro fuego, ya extinguido, en el reactor 4.
- A diferencia de aquella catástrofe, en Japón los operarios pueden seguir trabajando.
- El aumento de nivel se debe a las altas concentraciones de cesio y yodo radiactivo.
- Tepco asegura que la cantidad de radiación emitida podría superar a la de Chernóbil.

La Agencia de Seguridad Nuclear de Japón ha decidido elevar la gravedad del accidente nuclear de Fukushima de 5 al máximo de 7, con lo que lo equipara con el ocurrido en Chernobil en 1986.

La agencia indicó que los reactores dañados desde el tsunami del 11 de marzo en la central nuclear de Fukushima Daiichi han estado liberando cantidades masivas de sustancias radiactivas al aire, que suponen un riesgo para la salud humana y el medio ambiente de la zona.

No obstante, el nivel de emisiones radiactivas registrada desde el inicio del accidente nuclear en Fukushima es equivalente al 10% de los medidos después de la catástrofe de Chernobil, que se produjo cuando el reactor operaba a máxima capacidad, mientras en Japón las operaciones se habían detenido por el terremoto.

El portavoz de la Agencia de Seguridad Nuclear, Hidehiko Nishiyama, ha explicado que, a diferencia de Chernobil, en Fukushima el nivel de radiación, pese a ser alto, permite que los operarios trabajen en las instalaciones para estabilizar las cuatro unidades más dañadas. Sin embargo, afirmaba poco después que la cantidad de radiación liberada podría exceder la emitida tras el accidente de Chernobil.

12. Conclusión:

Para concluir me gustaría exponer la idea sobre las centrales nucleares que he obtenido gracias a este trabajo.

Pienso que la energía nuclear de fisión es una potentísima fuente de energía que, siendo tratada con la debida precaución puede suponer parte de la energía del futuro, siendo siempre ayudada por las energías “limpias” como puede ser la eólica, solar, o saltos de agua, así como futuras energías como la energía nuclear de fusión, cuyo proyecto de investigación ya está en marcha con el objetivo de obtener resultados en la próxima década.

Este trabajo me ha sido de gran ayuda para obtener una buena base en conocimientos sobre la energía nuclear, las centrales con sus ventajas e inconvenientes, su funcionamiento y el desastre nuclear ocurrido en marzo de 2011 en la central nuclear de fukushima, así como la adquisición de conocimientos en ramas de la química y de la física muy interesantes como pueden ser las reacciones nucleares o la radiactividad.

13. Bibliografía:

- <http://bravenewclimate.com/>
- <http://www.world-nuclear-news.org>
- <http://ansnuclearcafe.org/2011/03/11/media-updates-on-nuclear-power-stations-in-japan/>
- <http://www.energia-nuclear.net/>
- <http://www.foronuclear.org/>
- <http://www.milenio.com/node/671632>
- <http://www.madrimasd.org/blogs/>
- <http://www.elmundo.es/elmundo/2011/04/12/internacional/1302562571.html>
- <http://www.elmundo.es/especiales/2011/terremoto-japon/en-vivo.html>