



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 20 – JULIO DE 2009

## “LA ENERGÍA NUCLEAR UN TEMA CON CONTROVERSIA”

AUTORÍA <b>MAURICIO ARANCÓN IZQUIERDO</b>
TEMÁTICA <b>ENERGÍA NUCLEAR</b>
ETAPA <b>SEGUNDO CICLO DE ESO Y BACHILLERATO</b>

### Resumen

Con este artículo pretendemos que nuestros alumnos conozcan los conceptos básicos sobre la energía nuclear, el funcionamiento de una central nuclear y las ventajas e inconvenientes que la obtención de esta energía conlleva,

### Palabras clave

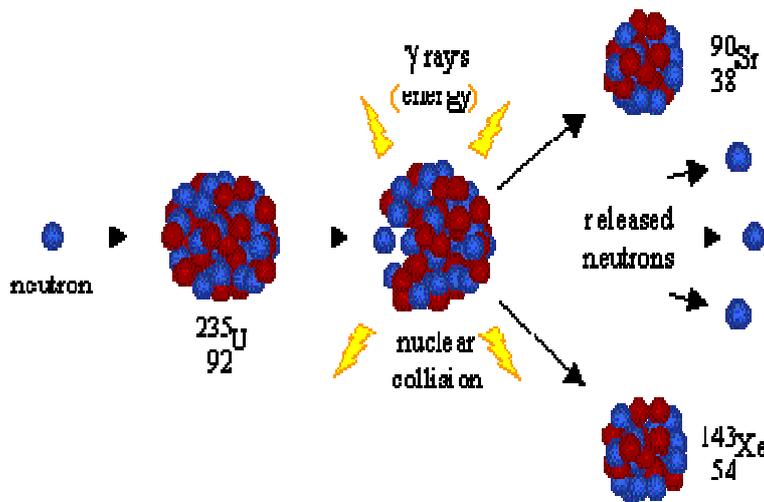
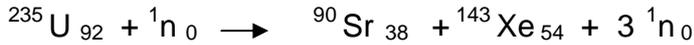
Átomo, protón, electrón, neutrón, fisión nuclear, fusión nuclear.

### 1. INTRODUCCIÓN

La energía nuclear es aquella que se libera como resultado de una reacción nuclear. Se puede obtener por el proceso de Fisión Nuclear (división de núcleos atómicos pesados) o por Fusión Nuclear (unión de núcleos atómicos muy livianos). En las reacciones nucleares se libera una gran cantidad de energía debido a que parte de la masa de las partículas involucradas en el proceso se transforma directamente en energía.

La fisión nuclear es la reacción nuclear que tiene lugar por la rotura de un núcleo pesado al ser bombardeado por neutrones a cierta velocidad. A raíz de esta división el núcleo se separa en dos fragmentos acompañados de una emisión de adición, liberación de 2 ó 3 nuevos neutrones y de una gran cantidad de energía que se transforma finalmente en calor.

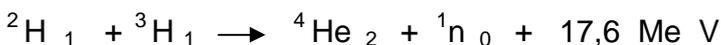
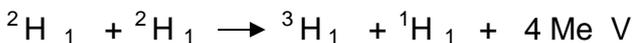
Los neutrones que escapan de la fisión, al bajar su energía cinética, se encuentran en condiciones de fisiónar otros núcleos pesados, produciendo una reacción nuclear en cadena. Cabe señalar, que los núcleos atómicos utilizados son de U-235.

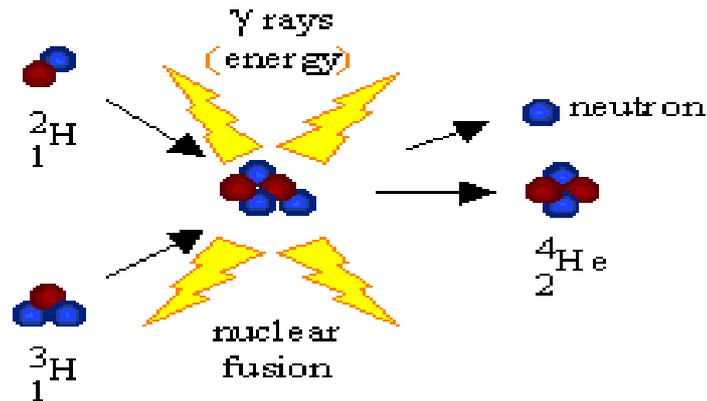


La fusión nuclear ocurre cuando dos núcleos atómicos muy livianos se unen, formando un núcleo atómico más pesado con mayor estabilidad. Estas reacciones liberan energías tan elevadas que en la actualidad se estudian formas adecuadas para mantener la estabilidad y confinamiento de las reacciones.

No todas las reacciones de fusión producen la misma energía, depende siempre de los núcleos que se unen y de los productos de la reacción.

Las posibles reacciones nucleares son:





## 2. CENTRALES NUCLEARES

Las centrales nucleares son centrales termoeléctricas que se diferencian de las clásicas en el combustible utilizado y en el elemento encargado del aprovechamiento del combustible para producir vapor de agua.

En las centrales nucleares la fuente de calor se consigue mediante la fisión de núcleos de uranio. Las máquinas que permiten iniciar, mantener y controlar la reacción en cadena de fisión nuclear se denominan reactores nucleares, esta máquina es la equivalente a la caldera de las centrales termoeléctricas.

Los diferentes tipos de reactores nucleares vendrán definidos por:

- El combustible: el combustible almacenado en el reactor nuclear debe ser un elemento fisionable que en ausencia de neutrones se mantenga estable a largo plazo. Estas condiciones solamente las cumplen tres isótopos como son el Uranio-233, el Uranio -235 y el Plutonio-239.
- El modelador: los neutrones emitidos por el proceso de fisión tienen una gran energía cinética por lo que hay que reducir la energía cinética para asegurarse que dichos neutrones impacten en nuevos núcleos de isótopos radiactivos, ello se consigue con sustancias como el carbón (grafito), el agua pesada y el agua ligera entre otros.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

- El refrigerante: para extraer el calor del núcleo del reactor y transportarlo al grupo turbina-generador se debe utilizar un líquido refrigerante, el cual transporta el calor generado por el núcleo hasta el grupo generador y vuelve de nuevo al núcleo para iniciar el ciclo.

Atendiendo a las características de cada uno de estos tres elementos, tenemos los siguientes tipos de reactores:

- Reactor de agua a presión (PWR), que emplea agua ligera como moderador y refrigerante; óxido de uranio enriquecido como combustible. El refrigerante circula a una presión tal que el agua no alcanza la ebullición, y extrae el calor del reactor, que después lleva a un intercambiador de calor, donde se genera el vapor que alimenta a la turbina.
- Reactor de agua en ebullición (BWR), que emplea elementos similares al anterior, pero ahora el refrigerante, al trabajar a menor presión, alcanza la temperatura de ebullición al pasar por el núcleo del reactor, y parte del líquido se transforma en vapor, el cual una vez separado de aquél y reducido su contenido de humedad, se conduce hacia la turbina sin necesidad de emplear el generador de vapor.
- Reactor de agua pesada (HWR), que emplea agua pesada como moderador. Existen versiones en las que el refrigerante es agua pesada a presión, o agua pesada en ebullición. Puede emplear uranio natural o ligeramente enriquecido como combustible.
- Reactor de grafito-gas. Este tipo de reactores usan grafito como moderador y  $\text{CO}_2$  como refrigerante. Mientras que los primeros reactores de este tipo emplearon uranio natural en forma metálica, los actuales denominados avanzados de gas (AGR) utilizan óxido de uranio enriquecido; y los denominados reactores de alta temperatura (HTGR), usan helio como refrigerante.
- Reactor de agua en ebullición (RBMK), moderado por grafito, consiste en un reactor moderado por grafito, con uranio enriquecido, y refrigerado por agua en ebullición.

## 2.1. Funcionamiento de una central nuclear

En una central nuclear podemos diferenciar cuatro partes:

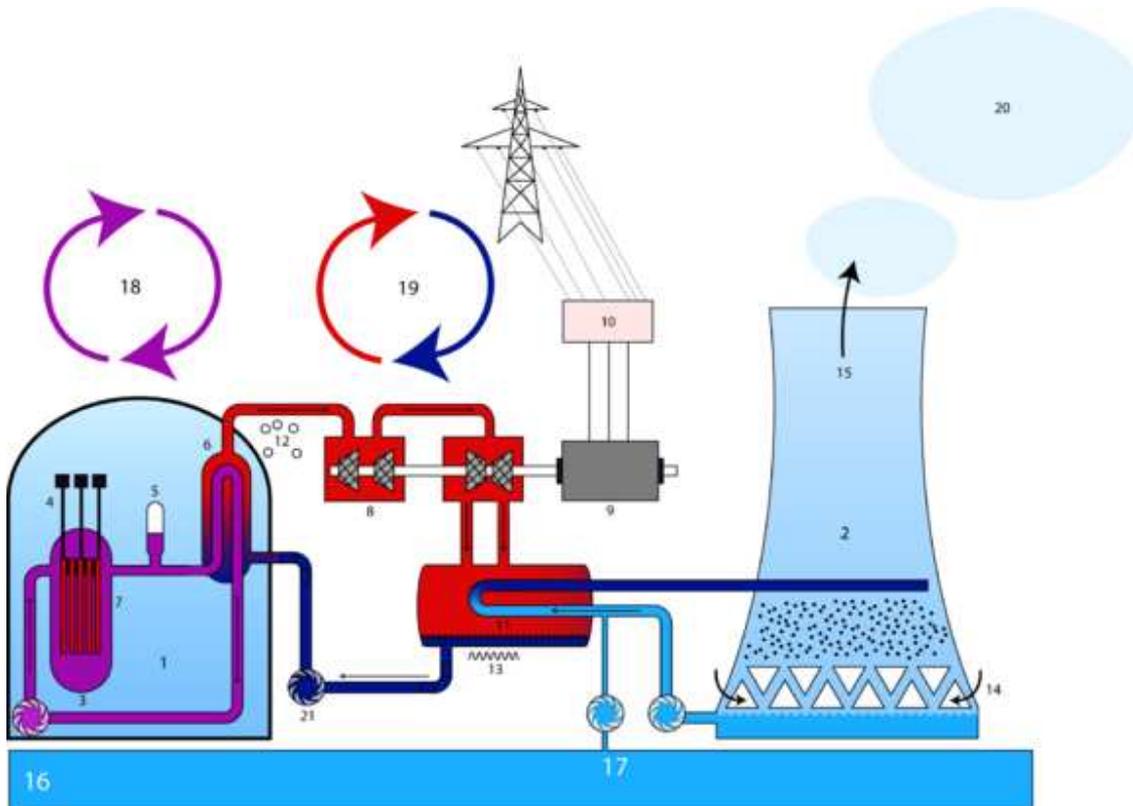
- El reactor en el que se produce la fisión.
- El generador de vapor en el que el calor producido por la fisión se usa para hacer hervir agua.

C/ Recogidas Nº 45 - 6ºA 18005 Granada [csifrevistad@gmail.com](mailto:csifrevistad@gmail.com)

- La turbina que produce electricidad con la energía contenida en el vapor.
- El condensador en el cual se enfría el vapor, convirtiéndolo en agua líquida.

La reacción nuclear tiene lugar en el reactor, en él están las agrupaciones de varillas de combustible intercaladas con unas decenas de barras de control que están hechas de un material que absorbe los neutrones. Introduciendo estas barras de control más o menos se controla el ritmo de la fisión nuclear ajustándolo a las necesidades de generación de electricidad. En las centrales nucleares habituales hay un circuito primario de agua en el que ésta se calienta por la fisión del uranio. Este circuito forma un sistema cerrado en el que el agua circula bajo presión, para que permanezca líquida a pesar de que la temperatura que alcanza es de unos 293°C. Con el agua del circuito primario se calienta otro circuito de agua, llamado secundario. El agua de este circuito secundario se transforma en vapor a presión que es conducido a una turbina. El giro de la turbina mueve a un generador que es el que produce la corriente eléctrica.

Finalmente, el agua es enfriada en torres de enfriamiento, o por otros procedimientos.



1. Bloque del reactor 2. Torre de refrigeración 3. Reactor 4. Barras de control 5. Soporte de presión 6. Generador de vapor 7. Fuel 8. Turbina 9. Generador 10. Transformador 11. Condensador 12. Partículas



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

de gas 13. Líquido 14. Aire 15. Aire (húmedo) 16. Río 17. Circuito de refrigeración 18. Circuito primario  
19. Circuito secundario 20. Bomba de vapor de agua

## 2.2. Centrales de energías nucleares en España

Las centrales nucleares que se encuentran en España que se encuentran en fase de explotación, cierre o moratoria, corresponden a tres generaciones diferentes dentro del programa nuclear español, según este son:

- Primera generación: son las centrales proyectadas en la década de los 60, cuya construcción se concluyó a finales de esa década o comienzos de los 70. Corresponden a esta generación las Centrales Nucleares José Cabrera; Santa María de Garoña y Vandellós (actualmente en desmantelamiento).
- Segunda generación: son las centrales proyectadas a comienzo de la década de los 70, cuya construcción se inició en la misma época, con el objetivo de entrar en explotación a finales de la década, aunque los retrasos en el proceso de construcción hicieran que los planes se demoraran hasta los años 80. Corresponden a esta generación las Centrales Nucleares de Almaraz I y II, Ascó I y II y Cofrentes.
- Tercera generación: son las centrales cuya construcción fue autorizada con posterioridad a la aprobación del Plan Energético Nacional en Julio de 1979. Corresponden a esta generación las Centrales Nucleares de Vandellós II y Trillo I.

## 3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ENERGÍA NUCLEAR

En este apartado veremos las ventajas e inconvenientes que se pueden plantear en la obtención de la energía nuclear.

### 3.1. Ventajas de la energía nuclear

Una ventaja muy importante de la energía nuclear es que evita un amplio espectro de problemas que aparecen cuando se queman los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) que producen el calentamiento global, las llamadas lluvia acida que destruye bosques y mata a la fauna acuática y la contaminación del aire que mata a decenas de miles de personas cada año. Además de esto hay que considerar los problemas que se producen en la extracción de combustibles fósiles y en el transporte.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 20 – JULIO DE 2009

De forma muy resumida podemos destacar algunos de los problemas de la utilización de combustibles fósiles:

- Calentamiento global: La combustión de los combustibles fósiles produce gran cantidad de (CO<sub>2</sub>) dióxido de carbono, 3.7 toneladas de CO<sub>2</sub> se producen por cada tonelada de carbón quemado, el cual atrapa el calor en la atmósfera incrementando la temperatura de la tierra
- Lluvias ácidas: La combustión de los combustibles fósiles libera gran cantidad de gases de dióxido de azufre y oxido de nitrógeno los cuales se combinan con los diluentes contenidos en el aire y producen las denominadas lluvias ácidas. Los efectos son complicados y las conclusiones son controvertidas, pero hay fuertes evidencias que en algunos casos la lluvia ácida transforma los lagos en inhabitables para los peces y produce una alta contaminación del aire.
- Extracción del carbón. El 60% de la extracción del carbón es obtenido por explotación a cielo abierto, la cual remueve grandes cantidades de espesor de suelo. Hay leyes y buenos deseos para los reclamos de las tierras que quedan después mal marcadas para su posterior uso pero han tenido muy pocos éxitos. El 40% remanente proviene de la explotación de minas subterráneas y ese porcentaje está en aumento. El drenaje ácido desde esas minas contamina los flujos de agua, matando los peces e inutilizando el agua para su consumo u otras aplicaciones industriales.
- Derrame de petróleo. Los combustibles como es por todos sabidos deben ser transportados desde los centros de obtención hasta las distintas centrales. Esto conlleva un alto peligro, es bien conocido el caso del Prestige, barco petrolero monocasco cargado con 77.000 toneladas de petróleo, cuyo hundimiento en 2002 frente a las costas españolas produjo una inmensa marea negra, que afectó a una amplia zona comprendida desde el norte de Portugal hasta las Landas de Francia, teniendo especial incidencia en Galicia. Tenemos que añadir que unos 100 millones de toneladas de petróleo son transportadas por barcos, por lo que los accidentes son altamente probables. Accidentes terrestres pueden ser también muy importantes.

### 3.2. Inconvenientes de la energía nuclear

Los inconvenientes que plantea la utilización de la energía nuclear son principalmente:

- Almacenamiento de los residuos radiactivos: podemos decir que se considera residuo radiactivo a cualquier material que contiene radionucleidos en concentraciones superiores a las establecidas por las autoridades competentes y para el cual no está previsto ningún uso. Los residuos



ISSN 1988-6047    DEP. LEGAL: GR 2922/2007    Nº 20 – JULIO DE 2009

radiactivos se pueden clasificar de muy diversas maneras en función de sus características, como por ejemplo, su estado físico (es decir si son gases, líquidos o sólidos), el tipo de radiación que emiten (alfa, beta o gamma), el periodo de semidesintegración (vida corta, media o larga), y su actividad específica (baja, media, alta). Es normal verlos clasificados en residuos de baja, media y alta actividad y, aunque en algunos países se gestiona cada tipo por separado, en España se hacen sólo dos categorías: los de baja y media actividad por un lado y los de alta por otro.

- **Riesgos de accidentes nucleares:** Se denominan accidentes nucleares a aquellos producidos en centrales nucleares o establecimientos que empleen este tipo de tecnología. Pueden producirse por falla técnica o humana y se caracterizan por liberar al medio productos radiactivos, en forma de materia radioactiva o radiación. Por todos nosotros es conocido el accidente nuclear de Chernobil de 1986, la mayor catástrofe nuclear hasta ahora. Aunque la posibilidad de que se produzca un grave accidente nuclear es pequeño se esta produciendo un incremento de esta, que se debe a la combinación de una serie de factores como son el envejecimiento de los reactores, los fallos de una tecnología intrínsecamente peligrosa, la cada vez menor cultura de seguridad de los operadores como consecuencia de la falta de competitividad de la energía nuclear en un mercado eléctrico liberalizado, la amenaza creciente del terrorismo y la vulnerabilidad de las instalaciones nucleares ante los efectos del cambio climático.
- **Transporte de residuos radiactivos:** Los transportes de materiales radiactivos y sustancias nucleares están sometidos a una normativa específica en materia de transporte de mercancías peligrosas, que depende del medio de transporte utilizado. Existe normativa para transporte por vía terrestre, ferrocarril, marítima o aérea, aunque el medio más utilizado es el terrestre, existiendo siempre la posibilidad de un accidente en el medio de transporte.
- **Aumento de de las enfermedades provocadas por la radioactividad:** son las enfermedades causadas por la exposición del organismo o de una parte de éste a dosis altas de radiación ionizante (radiación que altera los átomos sobre los que incide). Los síntomas aparecen por lo general debido a la exposición intensa a una radiación externa, como la producida por los rayos X o los rayos gamma, pero también pueden originarse por la absorción interna de materiales radiactivos o por ambas causas.
- **La enfermedad por radiación se caracteriza por una sensación súbita de anorexia (pérdida de apetito) o náuseas a las que sigue, en un periodo de tiempo corto, vómitos y, en ocasiones, diarrea. La enfermedad progresa apareciendo síntomas por lesiones más graves debido a la afectación de otros tejidos, como la médula ósea, que provoca una disminución progresiva del número de células sanguíneas, lo que conduce a un aumento de la susceptibilidad del organismo a las infecciones. Las dosis elevadas de radiación pueden producir también esterilidad permanente como consecuencia de la lesión de los órganos reproductores, lesiones graves en**



ISSN 1988-6047    DEP. LEGAL: GR 2922/2007    Nº 20 – JULIO DE 2009

otros órganos, e incluso la muerte con o sin tratamiento médico. También pueden existir otros síntomas dependiendo de la dosis, de la frecuencia de exposición, y del área del organismo sometida a la radiación. Éstos pueden consistir, a corto plazo, en caída del cabello, quemaduras cutáneas o hemorragias, y, a largo plazo, en un aumento del riesgo de desarrollar cáncer.

#### 4. CONCLUSIÓN

El objetivo de este proyecto de clase es que los alumnos tomen conciencia de la importancia que tiene desarrollar las nuevas tecnologías en la búsqueda de energías limpias para el medio ambiente y debatan los pros y contras de las centrales nucleares.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- Jutglar, L. (1986). La energía. Madrid: Alhambra.
- Puigdoménech, P. (1981). Los caminos de la física. Barcelona: Salvat Editores.

#### Autoría

---

- Nombre y Apellidos: Mauricio Arancón Izquierdo
- Centro, localidad, provincia: I.E.S. Nuevas Poblaciones. La Carlota ( Córdoba )
- E-mail: [mauricioarancon@hotmail.com](mailto:mauricioarancon@hotmail.com)