



Este trabajo está bajo una licencia de [Creative Commons Licencia Reconocimiento-No-Comercial-Compartirigual 3.0 España](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/).

**Instrucciones:** En las preguntas de test añadida entre los paréntesis V, F o deje en blanco según proceda, no tache ni agregue comentarios, salvo que se le solicite expresamente en el enunciado. Para que un enunciado sea verdadero, debe serlo en su totalidad. No se evaluará el texto fuera del espacio reservado para las contestaciones. Use el anverso o los márgenes para borrador o cálculos. El examen es sin ayuda de textos u otro material informativo, a excepción de una calculadora simple sin información. Las preguntas acertadas cuentan como +1/n hasta alcanzar los puntos indicados y las falladas como -1/2n en la parte tipo test o solo positivamente en los problemas, siendo n el número de cuestiones bajo un mismo encabezado. En la parte tipo test cualquier opción es posible, todas verdaderas, todas falsas o cualquier combinación de verdaderas y falsas. Lo no contestado cuenta como 0. Escriba los desarrollos matemáticos y cálculos donde se indica, de manera clara y concisa, pueden contribuir a la calificación. La comprensión de los enunciados forma parte del propio examen.

**Capítulo 3: Fuentes no renovables. Clasificación. Energía nuclear.**

- ( F ) Debido a su gran potencia instalada, las centrales nucleares en España se destinan en verano a suplir el pico de demanda de electricidad.
- ( V ) El  $^{235}\text{U}$  es un material fisible.
- ( V ) Sin considerar costes externos, la energía nuclear para producción de electricidad a gran escala es poco costosa comparado a otras fuentes de energía.
- ( F ) Por unidad de masa, el uranio sin enriquecer es más barato que los combustibles derivados del petróleo.
- ( F ) El tamaño típico de una central nuclear es del orden de 250 MW.

**Sin considerar costes externos, los costes de la construcción, abastecimiento de combustible y de operación y mantenimiento, de una central nuclear usando Uranio Enriquecido al 4.2%, tienen aproximadamente la siguiente repartición en tanto por cien: 60 – 10 – 30. En dichas circunstancias, el coste de la electricidad de origen nuclear (excluyendo gastos de transporte) se estima a 25 €/MWh<sub>e</sub>. El precio actual del Uranio natural, es de 50 €/kg. El combustible se considera usado y ha de ser retirado del reactor cuando la concentración alcanza un 0.8%. La eficiencia térmica de la central nuclear es de un 33 %. Un átomo de Uranio fisible libera 192,9 MeV. Datos: 1 eV = 1,6\*10<sup>-19</sup> J; N<sub>Avogadro</sub> = 6,02\*10<sup>23</sup> mol<sup>-1</sup>. Se pide:**

**Determinar la relación de costes máxicos del Uranio Enriquecido al coste del uranio natural.**

Energía útil liberada por 1 kg del combustible en la central:

$$E = 0.33 * 1kg * 192,9 * 10^6 \text{eV} * 1,6 * 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}} * 6,02 * 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} * \frac{1\text{mol}}{0,235 \text{kg}} * \frac{4,2-0,8}{100} * 1\text{MWh} / (3.6 * 10^9 \text{J}) = 246,4\text{MWh}$$

$$246.4 \text{ MWh/kg} * 2.5\text{€/MWh} = 616\text{Euros/kg LEU}$$

$$\text{Relación de costes } R = 616/50 = 1200\%$$

**El núcleo del reactor de una central nuclear de 1.000 MW de potencia nominal contiene aproximadamente 72 Tm de Uranio enriquecido al 4,2%. Para mantener una concentración de material fisible más o menos constante en el reactor, el combustible se renueva/recarga por tercios y necesita de una parada completa de la central. En cada uno de los tercios el combustible se considera usado y ha de ser retirado del reactor cuando la concentración desciende hasta un 0,8%. La eficiencia térmica (energética) de la central nuclear es de un 33 %. La reacción de fisión de un átomo de Uranio fisible libera 202,5 MeV.**

Se pide estimar el tiempo entre recarga y recarga de combustible en cada tercio.

$$\text{Datos: } 1 \text{ eV} = 1,6 * 10^{-19} \text{ J} \quad ; \quad N_{\text{Avogadro}} = 6,023 * 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Contenido energético en un tercio del combustible del reactor:

$$E = \frac{72.000}{3} 202,5 * 10^6 \text{eV} * 1,6 * 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}} * 6,023 * 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} * \frac{1\text{mol}}{0,235 \text{kg}} * \frac{4,2-0,8}{100} = 67,7 * 10^{15} \text{ J}$$

Energía necesaria para la operación del reactor: Necesidades térmicas de la central:

$$E = \frac{10^9 \text{W}}{0,33} t \Rightarrow t = \frac{67,7 * 10^{15} * 0,33}{10^9 \text{J/s}} = 269 \text{ días}$$