



En un sincrotrón se aceleran electrones para la producción de haces intensos de rayos X que se emplean en experimentos de Biología, Física, etc. En el sincrotrón ALBA (sito en Barcelona) se aceleran los electrones hasta una velocidad tal que su energía es 6000 veces el valor de su energía propia. Calculad la velocidad que alcanzan los electrones y su energía (Datos: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, masa del electrón $m = 9 \cdot 10^{-31}$ kg).

Resultado:

La energía (total) de uno de esos electrones viene dada por $E = m \cdot \gamma \cdot c^2$. Teniendo en cuenta que, como se indica en el enunciado $E = 6000 \cdot E_0 = 6000 \cdot mc^2$, tenemos: $6000 \cdot m \cdot c^2 = m \cdot \gamma \cdot c^2 \rightarrow \gamma = 6000$

Conociendo el factor γ podemos calcular la velocidad v buscada (contenida en la propia expresión de dicho factor):

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow \gamma^2 = \frac{c^2}{c^2 - v^2} \rightarrow c^2 - v^2 = \frac{c^2}{\gamma^2} \rightarrow v^2 = c^2 \cdot \left(1 - \frac{1}{\gamma^2}\right) = c^2 \cdot \left(1 - \frac{1}{36 \cdot 10^6}\right)$$

Y operando, se obtiene finalmente: $v = 0,9999999986 \cdot c$. Como vemos, los electrones alcanzan una velocidad muy elevada, con la que la energía de cada electrón es:

$$E = m \cdot \gamma \cdot c^2 = 9 \cdot 10^{-31} \cdot 6000 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 4,9 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

Podemos apreciar el orden de magnitud de esta energía comparándola, por ejemplo, con la energía que adquirir un electrón cuando se acelera entre dos placas cargadas, entre las que hay una diferencia de potencial eléctrico de 1V (es decir, con 1 eV). Como $W = q \cdot \Delta V$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ V} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Se puede comprobar que la obtenida en el sincrotrón ALBA es del orden de 3000 millones de veces mayor que cuando se acelera con las dos placas mencionadas.

Por tanto la energía de los electrones en el ciclotrón Alba es:

$$E = \frac{4,9 \cdot 10^{-10} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}} = 3062500000 \text{ eV}$$

Es decir, aproximadamente 3GeV.

Ampliación: ALBA consta de un acelerador de partículas lineal y un sincrotrón. En ellos se aceleran los electrones hasta velocidades próximas a la de la luz, alcanzando una energía de hasta 3 GeV. Los electrones se inyectan en un anillo de almacenamiento de 270 metros de perímetro. Este está equipado para producir radiación electromagnética de un continuo de longitudes de onda, desde la luz visible hasta los rayos X.

La radiación obtenida es útil no sólo en investigaciones en el campo de la Física, sino también en todos los campos de la ciencia y la tecnología en los que hay que analizar muestras de pequeñas dimensiones como estructuras cristalinas, nuevos materiales, muestras biológicas, de contaminantes o restos arqueológicos. También puede tener aplicaciones en el diseño de nuevos fármacos y en imagen y terapias médicas.