



(Enunciado oficioso, no se tiene el original)

X2. Un fotón de 10 MeV de energía es dispersado 60° tras interactuar con un electrón libre de una muestra de grafito. Calcular:

- Frecuencia del fotón dispersado
 - La energía cinética adquirida por el electrón en dicho proceso.
 - Energía máxima que podrá alcanzar el electrón de dicha muestra, debido a la dispersión experimentada por fotones de dicho valor energético.
- DATOS: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg; $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s; $c = 3,00 \cdot 10^8$ ms $^{-1}$
- ¿Cuál es el motivo por el que, en el desarrollo teórico del efecto Compton, hay que tener en cuenta el correspondiente balance de momentos lineales mientras que, en el caso del efecto fotoeléctrico, sólo se realiza un balance energético?
 - ¿Qué importancia histórica para el desarrollo de la Física Cuántica aportó el fenómeno de dispersión, descubierto por Arthur H. Compton en 1923?

Referencias:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/compton/Compton.htm>

a) Se trata de un fotón de alta energía y dispersión, utilizamos la expresión para efecto Compton

$$\lambda' = \lambda + \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$$

Como debemos calcular f' , expresamos λ' en función de f' : $\lambda' = c/f'$

Como no tenemos λ sino energía del fotón, las relacionamos: $E = hf = hc/\lambda \rightarrow \lambda = hc/E$

$$\frac{c}{f'} = \frac{hc}{E} + \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$$
$$\frac{c}{f'} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \left(\frac{3 \cdot 10^8}{10 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} + \frac{1 - \cos 60^\circ}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} \right) = 1,3386 \cdot 10^{-12}$$
$$f' = \frac{3 \cdot 10^8}{1,3386 \cdot 10^{-12}} = 2,24 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$$

b) La energía ganada por el electrón es la que ha perdido el fotón (que es negativa, pérdida)

$$E_c = \Delta E_{\text{fotón}} = |E_{\text{final}} - E_0| = |hf' - E_0| = |6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,24 \cdot 10^{20} - 10 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}|$$
$$E_c = 1,45 \cdot 10^{-12} \text{ J} = 9,07 \text{ MeV}$$

De los comparamos con los 10 MeV iniciales el 90% de la energía pasa al electrón.

c) La energía cinética máxima del electrón implicará pérdida máxima de energía por el fotón, que implica mayor diferencia de longitud de onda, implica $(1 - \cos \theta)_{\text{max}} \rightarrow \cos \theta = -1 \rightarrow \theta = 180^\circ$

$$\frac{c}{f'} = \frac{hc}{E} + 2 \cdot \frac{h}{mc}$$
$$\frac{c}{f'} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \left(\frac{3 \cdot 10^8}{10 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} + 2 \cdot \frac{1}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} \right) = 4,98 \cdot 10^{-12}$$
$$f' = \frac{3 \cdot 10^8}{4,98 \cdot 10^{-12}} = 6,02 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$$

$$E_c = \Delta E_{\text{fotón}} = |E_{\text{final}} - E_0| = |hf' - E_0| = |6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 6,02 \cdot 10^{19} - 10 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}|$$
$$E_c = 1,56 \cdot 10^{-12} \text{ J} = 9,75 \text{ MeV}$$

d) En efecto Compton el fotón choca con gran energía con el electrón, el fotón no desaparece y tanto el fotón como el electrón salen del choque con cierto momento. El electrón está libre, no ligado al átomo, y se trata como un problema de colisión con balance de momentos lineales y de energía entre las dos partículas involucradas, fotón y electrón.



En efecto fotoeléctrico el fotón comunica toda su energía al electrón, el fotón desaparece y el electrón sale del átomo con cierta energía cinética. El electrón está ligado al átomo, parte de la energía pasa al átomo, la suministrada para poder extraerlo. Tras el choque hay una única partícula, que es el electrón, y se hace balance de energía, no de momentos lineales.

e) Fue una prueba más de que la luz en la interacción con materia se comporta como partículas, ya que es un fenómeno que no se puede explicar con la naturaleza ondulatoria de la luz, sino como choque entre fotón y electrón con conservación de momento lineal como choques entre partículas, utilizando fórmulas relativistas ya que ocurre para velocidades grandes. En el desarrollo de la física cuántica fue importante ya que afianzó la dualidad onda-corpúsculo / principio de complementariedad.