

EJERCICIOS:

Fotones y Efecto fotoeléctrico:

1. ¿Que energía tiene un fotón si su momento es igual al de un electrón de 3 MeV?
2. Luz monocromática de 3000 Å incide normalmente sobre una superficie de 4 cm². Si la intensidad de la luz es 15 x 10⁻² W/m², determine la razón a la cual los fotones golpean la superficie.
3. Un experimento se realiza con calcio como emisor y se encuentran los siguiente voltajes de frenado:

$\lambda, \text{Å}$	2536	3132	3650	4047
$\nu, \text{Hz} \times 10^{15}$	1.18	0.958	0.822	0.741
V_2, V	1.95	0.98	0.50	0.14

Calcule la constante de Planck derivada de estos datos.

4. Una placa de potasio es iluminada con luz ultravioleta de 2500 Å. Si la función de trabajo del potasio es de 2.21 eV ¿cuál es la máxima energía cinética de los electrones emitidos? Si la intensidad de la luz es de 2 W/m², calcule la razón de emisión de electrones por unidad de área.
5. Muestre que es imposible que un fotón transfiera toda su energía a un electrón libre. Esta es la razón por la que el efecto fotoeléctrico solo sucede con electrones enlazados.

Efecto Compton y difracción de rayos X

6. Un tubo de esas televisiones antiguas aceleraba electrones a través de un potencial de 10 kV. Encuentre la frecuencia más alta de la onda electromagnética emitida cuando los electrones chocan contra la pantalla del televisor, ¿qué clase de ondas son?
7. Si la energía máxima impartida a un electrón en una dispersión de Compton es de 45 keV, ¿cuál es la longitud de onda del fotón incidente?
8. Halle el espaciamiento atómico en un cristal de NaCl si la densidad de la sal es de 2.16 g/cm³, y las masas promedio de los átomos de sodio y cloro son 3.82 x 10⁻²⁶kg y 5.89 x 10⁻²⁶kg, respectivamente.
9. Un fotón de rayos X de 3 x 10¹⁹ Hz colisiona con un electrón y es difractado en ángulo recto. Encuentre su nueva frecuencia.
10. A qué ángulo de dispersión rayos X incidentes de 100 keV dejan el blanco con una energía de 90 keV?

11. Un fotón de frecuencia ν es dispersado por un electrón inicialmente en reposo. Verifique que la energía cinética máxima adquirida por el electrón será $KE = (2h^2\nu^2/mc^2)(1 + 2h\nu/mc^2)$.

Producción y aniquilación de pares

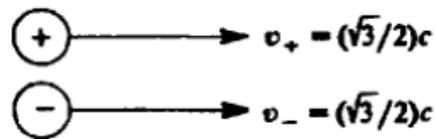
12. Un electrón y un positrón colisionan de frente y se aniquilan. Si cada partícula tenía una energía de 1 MeV, encuentre la longitud de onda de los fotones resultantes.

13. Muestre que, independientemente de su energía inicial, un fotón no puede sufrir una dispersión de Compton con un ángulo mayor a 60° y ser aún capaz de producir un par electrón-positrón (Ayuda: empiece por expresar la longitud de onda de Compton del electrón en términos de la máxima longitud de onda necesaria para producción de pares).

14. Verifique que la mínima energía que un fotón debe tener para crear un par electrón-positrón en presencia de un núcleo estacionario de masa M es $2mc^2(1 + m/M)$, donde m es la masa en reposo del electrón. Encuentre la mínima energía necesaria para la producción de pares en presencia de un fotón.

15. Determine la longitud de onda límite para la producción de pares.

16. Un electrón y un positrón viajan paralelos como en la figura y se aniquilan. a) Encuentre la longitud de onda de los fotones producidos si ambos se mueven en la dirección original del par.



b) Si los dos fotones resultantes se dispersan con el mismo ángulo (θ y $-\theta$) encuentre la energía y el valor de θ .

Fotones y gravedad.

17. Calcule el corrimiento gravitacional en luz emitida de 500 nm por una enana blanca cuya masa es igual a la del sol pero su radio es igual al de la tierra.

18. Calcule el radio de Schwarzschild de la tierra, cuya masa es 5.98×10^{24} kg (radio para convertirse en agujero negro).

PROBLEMA:

Radiación de Planck

A partir de la fórmula de radiación de Planck, muestre que la longitud de onda máxima en el espectro de cuerpo negro para una temperatura dada T para el cual la densidad de energía es máxima está dada por la expresión: $hc/kT\lambda_{\max} = 4.965$, la cual es conocida como la ley de desplazamiento de Wien, la cual expresa el hecho empírico de que el pico en el espectro de radiación se corre hacia longitudes de onda cortas conforme la temperatura del cuerpo incrementa.