

Ejercicios 1

Física Contemporanea

Víctor Cárdenas

Marzo 2025

1. Dos eventos ocurren en el mismo lugar en un sistema S y están separados por un intervalo temporal de 1 segundo. Los mismos eventos están separados por un intervalo temporal de 4 segundos en el sistema S' . ¿Cuál es la separación espacial de los eventos en el sistema S' ?
2. En el sistema S , dos eventos ocurren simultáneamente y están separados por una distancia x_0 . En otro sistema S' , que se mueve a lo largo del eje común $x - x'$ con velocidad constante u , los eventos tienen separación espacial $2x_0$. ¿Cuál es el intervalo de tiempo entre los eventos en el sistema S ?
3. Una pieza de metal en la forma de un bloque rectangular de dimensiones a, b, c se ubica con sus ejes paralelos a las coordenadas cartesianas de un sistema S . Su densidad se define como la razón entre la masa en reposo y su volumen. Encuentre la velocidad del sistema de referencia S' moviéndose paralelo al borde a en la cual la densidad del bloque es un 25% mayor.
4. Dos partículas β se observan moviéndose con rapidez 0.6c y 0.8c en direcciones opuestas en el sistema de laboratorio. Calcule la rapidez de una partícula β respecto de la otra.
5. Demuestre que el momentum p de una partícula se puede expresar en términos de la energía cinética T como

$$pc = \sqrt{T(T + 2m_0c^2)}$$

6. ¿A qué velocidad el momentum Newtoniano de una partícula difiere de su valor relativista en un 1%?
7. Calcule la masa efectiva de un fotón de longitud de onda (i) 5000Å, (ii) 0.1Å.
8. Calcule la energía mínima de un fotón de rayo gamma, que produce un par electrón positrón.
9. Un núcleo de masa m emite un fotón de rayo gamma de frecuencia ν . Demuestre que la pérdida de energía interna del núcleo está dada por

$$\Delta E = h\nu \left[1 + \frac{h\nu}{2m_0c^2} \right]$$

10. Una partícula se mueve relativo a un sistema S con velocidad u en el plano xy con un ángulo θ respecto al eje x . Encuentre la velocidad correspondiente u' con ángulo θ' en el sistema S' que se mueve con velocidad v relativo a S a lo largo de la dirección común $x - x'$.
11. En el marco de referencia S , un electrón que se mueve a lo largo del eje x tiene energía $3m_ec^2$ y magnitud del momento $\sqrt{8}m_ec$. Utilice las transformaciones de energía y momento para encontrar la energía y momento observada en el sistema S' que se mueve con velocidad $4c/5$ con respecto a S en la dirección x positiva.
12. $(c\rho, J_x, J_y, J_z)$ es un cuadrivector contravariante. Incluso sin saber qué representan los símbolos, deberías ser capaz de escribir las cuatro ecuaciones que muestran cómo estas cantidades transforman bajo una transformación de Lorentz. Haga esto para el caso de los sistemas inerciales S y S' en la configuración estándar, luego anote las cuatro componentes de la contraparte covariante, que transformará según la inversa de la correspondiente transformación de Lorentz.
13. Si el cuadrivector dado en la pregunta anterior se representa por $[J_\mu] = (c\rho, J_x, J_y, J_z)$, explique por qué deberías esperar que la cantidad $J_\mu J^\mu$ será invariante bajo una transformación de Lorentz, pero no las cantidades $J_\mu J_\mu$ o $J^\mu J^\mu$.