

Física de Radiaciones I
Hoja 1 - 2023 - Instituto de Física

1. Muestra que la cantidad $I \equiv (x^0)^2 - (x^1)^2 - (x^2)^2 - (x^3)^2$ es invariante frente a transformaciones de Lorentz.
2. El Bevatron de Berkeley fue construido para producir antiprotones a partir de la reacción $p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$, es decir, a altas energías un protón colisiona con un protón en reposo, creando en el proceso un par protón-antiprotón. ¿Cuál es la energía mínima para tenga lugar esta reacción?
3. Sean dos partículas idénticas de masa m y energía cinética T que colisionan. ¿Cuál es su energía cinética relativa T' (energía cinética de una de las partículas en el sistema en reposo de la otra)?
4. Una partícula que viaja a velocidad u se aproxima a una partícula idéntica en reposo.
 - a. ¿Cuál es la velocidad v de cada partícula en el referencial del centro de masas?
 - b. Halla $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ en función de $\gamma' = 1/\sqrt{1 - u^2/c^2}$.
 - c. A partir del resultado en b, expresa la energía cinética de cada partícula en el sistema del centro de masas y obtén la expresión del problema 2.
5. La dispersión Compton se produce cuando un fotón de longitud de onda λ colisiona elásticamente con una partícula cargada de masa m . Si el fotón se dispersa con un ángulo ϑ , halla la longitud de onda λ' del fotón dispersado.
6. Un tensor de segundo orden es simétrico si, al intercambiar dos índices, el tensor sigue siendo igual ($s^{\delta\mu} = s^{\mu\delta}$). Es antisimétrico si cambia el signo ($a^{\delta\mu} = -a^{\mu\delta}$).
 - a. ¿Cuántos elementos independientes hay en un tensor simétrico?
 - b. ¿Cuántos elementos independientes hay en un tensor antisimétrico?
 - c. Demuestra que la simetría se mantiene bajo transformaciones de Lorentz. ¿Qué ocurre en el caso de un tensor antisimétrico?
 - d. Si $s^{\delta\mu}$ es simétrico, demuestra que $s_{\delta\mu}$ es también simétrico. Si $a^{\delta\mu}$ es antisimétrico, demuestra que $a_{\delta\mu}$ también es antisimétrico.
 - e. Si $s^{\delta\mu}$ es simétrico, demuestra que $s^{\delta\mu} a_{\delta\mu} = 0$.
 - f. Demuestra que cualquier tensor de segundo orden puede escribirse como la suma de una parte antisimétrica ($a^{\delta\mu}$) y otra simétrica ($s^{\delta\mu}$). Obtén explícitamente $a^{\delta\mu}$ y $s^{\delta\mu}$.
7. Una partícula A de energía E choca con una partícula B en reposo, generando partículas C_1, C_2, \dots, C_n . ¿Cuál es la energía mínima necesaria para que se produzca la reacción en función de las distintas masas? Toma $M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$.

8. Considera un decaimiento beta menos a partir de un neutrón, tal que $n \rightarrow p^+ + \beta^- + \bar{\nu}$, donde n es un neutrón, p^+ un protón y $\bar{\nu}$ es un antineutrino¹. Obtén la expresión de la energía liberada en el decaimiento (valor Q de la reacción) y de la energía máxima posible de la partícula beta. Calcula estos valores en MeV.
9. La partícula A (repose) decae en dos partículas B y C.
- Encuentra la energía de las partículas generadas en función de las distintas masas.
 - Halla el momento lineal de las partículas generadas y exprésalo en términos de la función triángulo ($\lambda(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 - 2xy - 2xz - 2yz$).

¹ El neutrino es una partícula propuesta por Pauli en 1930, como forma de explicar la no conservación de la energía y el momento lineal que parecía tener lugar en el decaimiento beta, y descubierta por Cowan y Reines en 1956. En el marco del Modelo Estándar, el neutrino no tiene masa, es neutro y no interactúa a través de la interacción nuclear fuerte. En 2015, se confirmó el fenómeno de la oscilación de los neutrinos, lo que implica que los mismos tienen que tener masa no nula.