

Colisiones Relativistas

P1 Rayos C3smicos

Los rayos c3smicos son producidos en la parte alta de la atm3sfera (8000 m) y viaja hacia la tierra a una velocidad muy cercana a la velocidad de la luz (0.998 c).

- a) Considerando que el tiempo de vida de un muon (2.2×10^{-6} s, ¿Qu3 tan lejos llegar3 antes de desintegrarse? ¿Llegar3n a la superficie de la Tierra?.

b)

P2. Un p3on que viaja a una velocidad v decae en un mu3n y un neutrino,

$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu \quad (1)$$

Si el neutrino emerge a 90° con respecto a la direcci3n original del p3on, ¿A qu3 3ngulo ser3 dispersado el mu3n?

P3. Una part3cula A, con energ3a E, colisiona una part3cula B, en reposo, produciendo part3culas C_1, C_2, \dots

$$A + B \rightarrow C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (2)$$

Calcule la energ3a l3mite (m3nima) para que la reacci3n se lleve a cabo.

P4. Una part3cula A, en reposo, decae en part3culas B y C

$$A \rightarrow B + C \quad (3)$$

- a) Encuentre la energ3a de la part3cula B.

- b) Encuentre la magnitud del momento de la part3cula B.

P5. Un p3on en reposo decae en un mu3n y en un neutrino,

$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu \quad (4)$$

¿Qu3 tan lejos puede llegar el mu3n antes de desintegrarse?

P6. En un evento de dispersi3n de dos cuerpos, $A + B \rightarrow C + D$, es conveniente introducir las variables de Mandelstam:

$$s \equiv (p_A + p_B)^2/c^2 \quad (5)$$

$$t \equiv (p_A - p_C)^2/c^2 \quad (6)$$

$$u \equiv (p_A - p_D)^2/c^2 \quad (7)$$

- a) Muestra que $s + t + u = m_A^2 + m_B^2 + m_C^2 + m_D^2$

Las virtudes te3ricas de las variables de Mandelstam se centra en que estas son invariables de Lorentz, que poseen el mismo valor en cualquier sistema inercial. Experimentalmente, los par3metros m3s accesibles son la energ3a y los 3ngulos de dispersi3n:

- b) Encuentre la energía de A en el CM, en términos de s, t, u y las masas.
- c) Encuentre la energía de A desde el marco de referencia del laboratorio, considera que el átomo B se encuentra en reposo.

P7. Una partícula A viaja a una velocidad v aproximándose a una partícula idéntica en reposo.

- a) ¿Cuál es la velocidad de cada partícula en el marco de referencia del CM?
- b) Calcula la energía cinética de cada partícula en el marco de referencia del CM.

P8. Efecto Mössbauer

Un átomo tiene una masa m en el estado base. Inicialmente se encontraba en reposo en un estado con energía de excitación $\Delta\epsilon$. Entonces, realiza una transición al estado base emitiendo un fotón. Encuentre la frecuencia del fotón, tomando en cuenta el retroceso relativista del átomo. Expresa su respuesta en términos de la masa M del átomo excita.

P9. Creación de Partículas

Considera un fotón de energía ϵ_γ incide en un protón estacionario. Para una energía suficientemente grande ϵ_γ , un mesón π puede ser producido a través de la siguiente reacción:

$$\gamma + p \rightarrow p + \pi^0 \quad (8)$$

¿Cuál es la energía límite del fotón ϵ_{min} (threshold energy) para que esta reacción ocurra?

P10. Colisión Electrón-Electrón

Un electrón con energía total 1.40 MeV colisiona con otro electrón que se encuentra en reposo desde el marco de referencia del laboratorio. La energía electrónica en reposo es 0.51 MeV.

- a) ¿Cuál es la energía y momento total del sistema en el marco de referencia del laboratorio?
- b) Encuentre la velocidad del centro de masa en el marco de referencia del laboratorio.
- c) Encuentre la energía total del par de partículas en el marco de referencia del centro de masa (CMF).
- d) El electrón-blanco se dispersa a un ángulo de 45° en el CMF. ¿Cuál debe ser la dirección de dispersión del electrón-proyectil en el CMF? ¿Cuál es la energía y momento del electrón-blanco después de ser dispersado en el CMF?
- e) ¿Cuál, desde el marco de referencia del laboratorio, serán las componentes, paralelo y perpendicular en la dirección de la partícula después de la colisión, del momento del electrón-blanco?