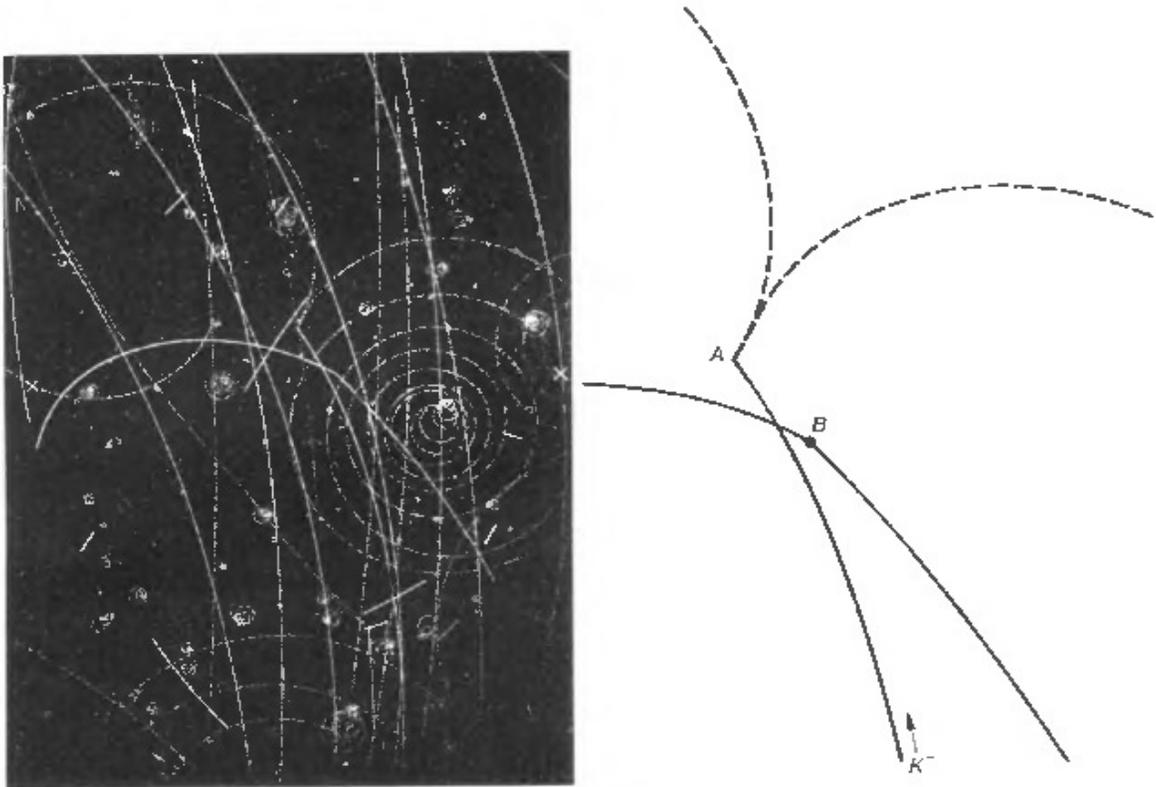


Introducción a Partículas y Física Nuclear

Guía 08

1er semestre 2015

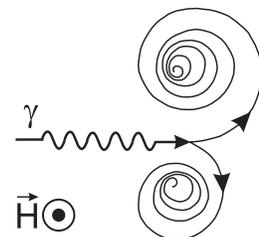
1. En la figura se ven las trazas de muchas partículas, colisiones y decaimientos. En el dibujo se han seleccionado unas pocas trazas correspondientes al decaimiento de un K^- , que vuela hasta el punto A , adonde se produce la reacción: $K^- + p \rightarrow \Lambda + \pi^0$. El π^0 decae muy rápidamente: $\pi^0 \rightarrow \gamma + e^+ + e^-$, en el dibujo se muestran las trazas de los leptones. Λ vuela algunos centímetros sin dejar trazas y decae en el punto B : $\Lambda \rightarrow \pi^- + p$.
- Describir las reacciones en términos de quarks, indicar qué interacciones las producen y analizar la conservación de s y B .
 - Indicar a qué partícula pertenece cada una de las trazas (ayuda: las trayectorias se curvan debido a la presencia de un campo magnético externo).
 - Suponiendo que la partícula Λ viaja aproximadamente 8 cm, estime las energías de los productos de su decaimiento (puede encontrar τ_Λ en el PDG).



- (*) Demostrar que el radio (expresado en metros) de la órbita de una partícula relativista con carga q en un campo magnético uniforme de intensidad B (expresada en Tesla) es $R \approx p/(0,3Bq/e)$, donde p es el momento lineal en unidades de GeV/c, y $-e$ la carga del electrón. Estimar la deflexión de un protón de energía $E = 10^{18}$ eV y de uno de $E = 10^{20}$ eV en el campo magnético Galáctico de $6 \mu\text{Gauss}$, después de recorrer una distancia de 1000 años luz.
- Se aceleran protones en un ciclotrón con un campo eléctrico de radiofrecuencia a 8 MHz. El diámetro del imán es de 1 metro. Calcular el valor del campo magnético que debe utilizarse y la máxima energía que alcanzan los protones.

4. ¿Por qué es más difícil acelerar electrones que protones a muy alta energía? Calcular la potencia que pierden un electrón y un protón de 20 GeV al circular en el anillo de un acelerador de 1 km de radio.
5. Las lluvias atmosféricas extendidas provocadas por los rayos cósmicos poseen una componente central de muones. Calcular hasta qué distancia penetran los muones de energía 1 TeV en la Tierra, suponiendo una pérdida por ionización constante de $2 \text{ MeV g}^{-1} \text{ cm}^2$ y una densidad de roca de 3 g cm^{-3} .
6. Con qué precisión se debe medir el ángulo de salida de una partícula con carga igual a la del electrón usando un campo magnético de intensidad 2 Tesla y extensión de 1 m, para conocer su momento, cercano a $10 \text{ GeV}/c$, con 1% de precisión? Si se usan Multiwire Proportional Counters con nodos separados por 2 mm para la medición de ese ángulo, estimar la separación entre planos adecuada.
7. Se utilizan dos contadores de centelleo, cada uno con resolución temporal de 0.2 ns (rms) separados por 2 m para discriminar π^+ y K^+ del mismo momento lineal por tiempo de vuelo. ¿Para qué rango de momento lineal de las partículas el sistema es capaz de discriminarlas? Datos: $m_{\pi^+} = 139,57 \text{ MeV}$, $m_{K^+} = 493,68 \text{ MeV}$
8. Calcular la energía mínima que deben tener π^+ y K^+ para emitir luz Cherenkov en aire ($n = 1,00027$). En qué rango de momento lineal discrimina estas partículas un contador basado en la detección de umbral de emisión Cherenkov en aire?
9. Un *Ring Imaging Cherenkov Detector* (RICH) permite determinar la velocidad v de una partícula con carga q , mediante la medición indirecta del ángulo de emisión θ_c . Si en un detector RICH con 0,5 m de agua ($n = 1,333$), una partícula produjo un disco con un radio $r = 0,18 \text{ m}$, ¿cuál era la velocidad inicial de la partícula?
10. En un detector calorimétrico, un electrón de energía E_0 deposita su energía produciendo una "cascada electromagnética" (compuesta por fotones, electrones y positrones). Si después de cada interacción se duplica el número de partículas, mostrar que después de t longitudes de radiación habrá $N = 2^t$ partículas. Si este proceso de cascada se interrumpe cuando la energía de las partículas es E_C , mostrar que el máximo de la cascada se produce a una profundidad que es proporcional al logaritmo de E_0 y que el número de partículas en el máximo es proporcional a E_0 .
11. (*) Un fotón produce un par electrón-positrón en una cámara de niebla. Las partículas producidas describen trayectorias curvas de 3 cm de radio en un plano perpendicular a un campo magnético de 0.11 T.

- a) ¿Cuál es la energía del fotón original?
- b) En la Figura se muestra un ejemplo en el que las trayectorias de las partículas creadas tienen radios diferentes. Describa qué sucede.



12. Escribir la función de onda del barión Δ^{++} antisimetrizándola ante el intercambio de quarks (para ello hay que antisimetrizar los índices de color de los quarks idénticos). Observación: esta es una manera de obtener un estado de quarks neutro de color.