

Problemas de Física Nuclear Avanzada. Curso 2006-2007. Boletín 1.

1. Tenemos un haz de núcleos de ^{12}C de 100 A MeV de energía y de 10 nA de partículas de intensidad que incide sobre un blanco de ^{40}Ca de $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ de grosor y consideramos una reacción determinada, cuya sección eficaz es 10 mb. Determinar el número de reacciones de este tipo que ocurrirán por segundo. ¿Cuántas reacciones de cualquier tipo ocurrirán? Si tenemos un detector de tiempo de ocupación de $1 \mu\text{s}$, y que ocupa un 1% del ángulo sólido, discutir la importancia del apilamiento de sucesos (suponed una distribución angular uniforme e isótropa)
2. Tenemos un haz de ^{16}O de 25 A MeV de energía, 100 nA de intensidad eléctrica e ionización 8^+ , que se hace incidir sobre un blanco de ^{27}Al de $100 \text{ mg}/\text{cm}^2$ de un grosor, con la finalidad de medir la producción de piones neutros. Si se miden $1800 \pi^0$ en 100 h de irradiación con un sistema de detección con un 50% de tiempo muerto y 1% de aceptación (que no han sido utilizados para dar el número de piones anterior), calcular la sección eficaz de producción de π^0 .
3. Calcular para el problema anterior el número total de reacciones de cualquier tipo que ocurrirán por segundo. Tomar como sección eficaz de reacción la sección eficaz geométrica. Calcular a partir de los resultados del problema anterior, la multiplicidad de piones neutros (número de piones producidos por colisión).
4. Un ciclotrón funcionando a 10 MHz de frecuencia, produce un haz de núcleos de ^{12}C de 600 nA de intensidad eléctrica. El estado de carga seleccionado de los iones de C es 6^+ . La energía del haz es 100 A MeV. Si los paquetes del haz duran 1 ns, calcular el número de partículas por paquete, la intensidad efectiva durante cada paquete y la diferencia de tiempo media entre reacciones provocadas por paquetes distintos. Si los detectores se encuentran a 1 m del blanco ¿Cuál será el tiempo de vuelo de fotones, fragmentos del proyectil y nucleones emitidos por el blanco de 10 MeV de energía, cuando éste queda en reposo?
5. Si en el problema anterior consideramos un blanco de ^{40}Ca $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ de grosor, calcular el número de reacciones que ocurrirán por paquete. ¿Cuál es la probabilidad de interacción de una partícula en el blanco? ¿Y la probabilidad de dos interacciones? ¿Cuál es la probabilidad de que ocurran 0 o 1 o 2 reacciones en un sólo paquete? Si la probabilidad de producir un fotón de más de 30 MeV en una interacción es 10^{-4} y la probabilidad de producir dos fotones de estas características en una interacción es 10^{-9} , discutir si el grosor del blanco es adecuado para medir la producción de dos fotones simultáneos en una reacción.
6. ¿Cuál debería de ser el campo magnético máximo del sincrotrón SIS del GSI de Darmstadt si estuviese distribuido a lo largo de toda la circunferencia cuya longitud es 216 m, sabiendo que la máxima energía de aceleración es 2 A GeV para núcleos completamente ionizados con $N=Z$? (Los datos reales son $B = 1.8 \text{ T}$ y $BR = 18 \text{ T} \cdot \text{m}$). Sabiendo que el SIS tiene dos cavidades de RF de 1.6 kV, estimar el tiempo de aceleración necesario.

7. Calcular el campo magnético que debe existir en un espectrómetro para transportar, con un imán de radio de curvatura 5 m, iones de ^{12}C de 100 A MeV de energía, completamente ionizados. Determinar la resolución del radio de curvatura necesaria si se desea obtener una resolución de energía de 1 MeV.
8. Calcular la energía umbral de producción de antiprotones en colisiones p-p, en un sincrotrón de blanco fijo (haz de protones sobre un blanco de hidrógeno líquido).
9. Si tenemos un colisionador con dos haces de ^{208}Pb y una luminosidad de 10^{32} partículas/s \cdot cm 2 , calcular el número de colisiones por segundo (utilizar la sección eficaz geométrica). ¿Que luminosidad se consigue con un haz de 10^{11} iones/s de intensidad y un blanco de 100 mg/cm 2 de grosor?
10. Queremos construir una factoría de piones con un haz de iones de ^{12}C de 2 A GeV y un blanco de berilio de 10 cm de longitud. La densidad del berilio es 1.848 gr/cm 3 . Si la sección eficaz de producción de piones es de 1 barn y el haz primario de ^{12}C tiene una intensidad de 10^{11} iones por segundo, calcular el número de piones por segundo que se producirán.
11. Tenemos una facilidad de fotones etiquetados producidos por electrones de 1 GeV. Los electrones después de pasar por el radiador y generar los fotones penetran en un campo magnético de 1 T y describen una trayectoria circular. Calcular su radio de curvatura para electrones que han generado fotones de 400 y de 500 MeV. Si el espectrómetro de electrones (tagger) tiene una resolución del radio de curvatura de 1 cm, calcular la resolución de energía de los fotones.
12. Se diseña un experimento para medir producción de piones con las siguientes condiciones: un haz de ^{36}Ar de 150 nA de intensidad eléctrica y estado de carga 11^+ y 25 A MeV de energía; un blanco de oro de 22 mg/cm 2 ; se irradia el blanco durante 200 h. Los piones se miden con un detector del 2% de aceptación y el sistema de adquisición funciona con un tiempo muerto del 50%. Al final del experimento se miden 100 piones (sin corregir ni tiempo muerto ni aceptación, es decir sucesos efectivamente medidos). Calcular la sección eficaz de producción de piones y su multiplicidad (piones por colisión).