

## EJERCICIOS DE FÍSICA NUCLEAR: TEMA 3

### CURSO 2019/2020

1. Supongamos un experimento en el que queremos estudiar la reacción:



a 120 MeV. Suponed que la energía de ligadura del  ${}^7\text{H}$  es 940 keV/A y que su primer y segundo estados excitados se encuentran a 1 MeV y 3 MeV respecto al estado fundamental.

- (a) Calcula el valor del Q de reacción y dibuja las cinemáticas de los núcleos producidos para cada estado.
  - (b) Determina el rango angular que, como mínimo, debe cubrir el detector para permitirnros identificar toda la producción de  ${}^7\text{H}$  tanto en su estado fundamental como en sus estados excitados a partir de la detección del  ${}^{13}\text{N}$ .
  - (c) Elige un ángulo de observación y una energía en el sistema de laboratorio y calcula la mínima resolución en energía y la mínima resolución angular necesarias para poder separar los estados excitados y fundamental.
2. La existencia de un hipernúcleo como el  ${}^6_{\Lambda}\text{H}$  fue predicha por Dalitz y Levi-Setti en el año 1963. El experimento llevado cabo en DAΦNE de la colaboración FINUDA tiene como objetivo detectar de manera indirecta estos hipernúcleos. Para ello se estudian en coincidencia los piones  $\pi^+$  y  $\pi^-$  producidos en una reacción doble intercambio de carga y en la subsecuente desintegración del hipernúcleo. En la primera reacción, un kaón con carga negativa ( $K^-$ ) parado choca contra un blanco de  ${}^6\text{Li}$  dando lugar a un  ${}^6_{\Lambda}\text{H}$  (un hidrógeno con 4 neutrones y una partícula  $\Lambda(uds)$ ) y un pión ( $\pi^+$ ) con carga positiva. En la desintegración del hiperhidrógeno se obtiene  ${}^6\text{He}$  y un pión con carga negativa ( $\pi^-$ ). Ambos procesos, la producción y desintegración del hipernúcleo, ocurren en reposo debido a que el tiempo de frenado es menor que la vida media.
- (a) Describe las reacciones que tienen lugar indicando qué fuerzas intervienen.
  - (b) Según los resultados vistos en clase sobre el artículo “Evidence for Heavy Hyperhydrogen  ${}^6_{\Lambda}\text{H}$ ” (M Agnello, *et al.* PRL 108, 042501 (2012)), se han detectado 3 posibles eventos del hiperhidrógeno. Sabiendo esto, calcula la sección eficaz de la reacción de producción de este hipernúcleo. Para ello, el número de kaones utilizados es  $4 \times 10^6 K^-_{stop}$  y el espesor del blanco es de  $0.30\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ .
  - (c) Calcula el momento de los dos piones. ¿Qué ventana de energías han tenido que definir en el experimento para detectar ambos piones?

Dato  $M({}^6_{\Lambda}\text{H}) \simeq 5801.4 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$  y  $B({}^6_{\Lambda}\text{H}) \simeq 5 \text{ MeV}$ .

3. Calcula la energía de excitación que adquieren los núcleos de  ${}^{64}\text{Zn}$  producidos en reacciones inducidas por protones de 13 MeV que inciden sobre un blanco de  ${}^{63}\text{Cu}$ . Determina también la energía cinética que deberían tener las partículas de  ${}^4\text{He}$  para que al reaccionar con  ${}^{60}\text{Ni}$  produjesen  ${}^{64}\text{Zn}$  con la misma energía de excitación que en el caso anterior.