

Radioactividad y medio ambiente, curso 2019.

Práctica 4

Reacciones Nucleares

Problema 1: Completar las reacciones nucleares listadas abajo. ¿Cuáles son endoérgicas y cuales no?

a) ${}^1_1\text{H} (n,\gamma)$ b) ${}^2_1\text{H} (n,\gamma)$ c) ${}^7_3\text{Li} (p,n)$ d) ${}^7_3\text{Li} (p,\alpha)$ e) ${}^9_4\text{Be} (p,d)$ f) ${}^9_4\text{Be} (d,p)$ g) ${}^{11}_5\text{B} (d,\alpha)$

$M({}^1_1\text{H})$: 1,0081437 uma; $M({}^2_1\text{H})$: 2,0147361 uma; $M({}^7_3\text{Li})$: 7,018222 uma; $M({}^8_4\text{Be})$: 8,0078473 uma; $M({}^7_4\text{Be})$: 7,09144 uma; $M({}^9_4\text{Be})$: 9,015041 uma; $M({}^4_2\text{He})$: 4,0038727 uma; $M(d)$: 2,0147361 uma; $M({}^{11}_5\text{B})$: 11,012795 uma.

Problema 2: Hallar la energía de reacción (Q) para las siguientes reacciones:

a) ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + n + Q$ b) ${}^6_3\text{Li} + n \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^4_2\text{He} + Q$

Problema 3: Para el caso de las reacciones endotérmicas del problema 1, determine la energía cinética mínima con que debe ser enviado el proyectil.

$M({}^2_1\text{H})$: 2,0147361 uma; $M({}^3_2\text{He})$: 3,016984 uma; $M({}^6_3\text{Li})$: 7,016004 uma; $M({}^3_1\text{H})$: 3,016050 uma.

Problema 4: Hallar la energía mínima que debe tener el proyectil para iniciar las correspondientes reacciones nucleares:

a) $P + d \rightarrow p + p + n$ ($M(d)$: 2.014102 uma).

b) ${}^1_0n + {}^{16}_8\text{O} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^4_2\text{He}$ $M(n)$: 1.008665uma; $M({}^{16}_8\text{O})$: 15,99462 uma; $M({}^{13}_6\text{C})$: 13,0335 uma; $M({}^4_2\text{He})$: 4,00260 uma;

Problema 5: En el aluminio sólido hay aproximadamente 6×10^{28} átomos/ m^3 . Un haz de neutrones de 0.5 MeV incide sobre una lámina de 0.1mm de espesor. Si la sección transversal de captura para neutrones para esta energía en Al es $2 \times 10^{-31} \text{m}^2$, determinar la fracción de los neutrones incidentes que son capturados.

Problema 6: El Cu natural es mezcla de 69% de ${}^{63}\text{Cu}$ y 31% de ${}^{65}\text{Cu}$. Cuando se irradia con neutrones lentos en el reactor se forman ${}^{64}\text{Cu}$ (12.7 hs) y ${}^{66}\text{Cu}$ (5.1 min). a) ¿cuál es la actividad de cada uno de estos isótopos si se irradia 1 g de Cu con un flujo de neutrones $\phi = 10^9$ neutrones $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ durante 15 min? b) ¿cuáles son los tiempos para los cuales las actividades de los nucleidos son máximas?

Interacción de la radiación con la materia

Problema 7: El alcance de las partículas α de 4 MeV en el aire es 2.5 cm ($\rho_{\text{aire}} = 1.29 \times 10^{-3} \text{g/cm}^3$). Admitiendo que el alcance es inversamente proporcional a la densidad, hallar el alcance para las mismas partículas en agua y Pb. El alcance para protones de 6 MeV en el aire es de 45 cm. Hallar el alcance aproximado en agua y Pb.

Problema 8: La pérdida de energía por unidad de camino de una partícula cargada pesada (carga ze) de velocidad v en un material de n átomos por unidad de volumen y número atómico Z se puede aproximar por la expresión:

$$-dT/dx = [4\pi e^4 z^2 n Z / m_0 v^2] [\ln (2 m_0 v^2 / I)]$$

Calcular la pérdida de energía de una partícula α de 10 MeV en Al, siendo $I = 150 \text{eV}$.

Problema 9: La sección eficaz de absorción total para rayos γ en el Pb vale aproximadamente 20 barns a 15 MeV. a) ¿Qué espesor de Pb reducirá la intensidad de los rayos gamma a 1/e? b) ¿Qué espesor reducirá la intensidad en un factor 100?

Problema 10: Calcular el espesor de absorbente necesario para que la intensidad de un haz de fotones colimados se reduzca a 1/e de la intensidad inicial.

Problema 11: Un haz de fotones colimados provenientes de una fuente de ${}^{137}\text{Cs}$, cuya energía es de 661.62 KeV, incide sobre tejido muscular. Calcular el porcentaje de fotones que emergen después de atravesar un espesor de 20 cm. Realizar el mismo cálculo para 20 cm de aire en condiciones normales.

Problema 12: Sea una fuente radiactiva que emite simultáneamente rayos gamma de 0.6 MeV y 1.7 MeV. Si se desea emplear los gammas de más alta energía, evitando la exposición a los gamma de 0.6 MeV, calcular qué espesor de Al es necesario interponer entre fuente y detector. En qué porcentaje se reducirá la intensidad del haz de 1.7 MeV?

Problema 13: ¿Cuántas colisiones son necesarias para reducir la energía de un neutrón de 1 MeV a 0.025 eV usando C como moderador? Y en el caso de H?

Problema 14: Suponga que está realizando el monitoreo radiológico en una fábrica utilizando un detector Geiger Müller. De repente, el conteo observado es considerablemente mayor que el fondo natural. Una vez que detectó de donde proviene, ¿se le ocurre alguna estrategia para, como primera aproximación, saber de qué tipo de radiación se trata? ¿Es esto suficiente para una evaluación completa?