FICHA E3-P03

El polonio-210 y sus partículas alfa

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
E.3 Desintegración radiactiva	**Principal**	●●● (3 / 3)	**9 pts** · 9/9	**18 min**

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: sí — $E=mc^2$, 1 u = 931,5 MeV, conservación del momento, Tema E.3.

PRERREQUISITOS

- La energía de enlace nuclear explica por qué la masa de un núcleo es MENOR que la suma de las masas de sus nucleones por separado: esa diferencia de masa (defecto de masa) equivale, por $E=mc^2$, a la energía que mantiene unido el núcleo
- En una desintegración alfa, el momento se conserva: si el núcleo padre está inicialmente en reposo, la partícula alfa y el núcleo hijo salen con momentos de igual magnitud y sentidos opuestos
- La capacidad de ionizar un material depende de si la partícula está eléctricamente cargada: cuanto más interactúa con los electrones del material, más ioniza

TIEMPO DE REFERENCIA

Media de la clase ≈ 13 min. Es una referencia para situarte, no un cronómetro — resolver rápido con el resultado mal no vale nada. Pregunta de examen real con tres apartados de naturaleza distinta: conceptual, numérico y de razonamiento físico.

ENUNCIADO

El polonio-210 (Po-210) se desintegra por emisión alfa convirtiéndose en plomo-206 (Pb-206). Se dispone de los siguientes datos:

Masa nuclear del Po-210 = **209,93676 u** Masa nuclear del Pb-206 = **205,92945 u** Masa de la partícula alfa = **4,00151 u**

a) Resume, aludiendo a la energía nuclear de enlace, por qué la masa de un núcleo es menor que la suma de las masas de sus nucleones constituyentes. [2]

b)(i) Calcula, en MeV, la energía liberada en esta desintegración. [2]

b)(ii) El núcleo de polonio estaba en reposo antes de la desintegración. Muestra, aludiendo al momento de las partículas, que la energía cinética de la partícula alfa es mucho mayor que la energía cinética del núcleo de plomo. [3]

b)(iii) En la desintegración del polonio-210, la emisión alfa puede ser seguida por la emisión de un fotón gamma. Indica y explica si la partícula alfa o el fotón gamma provocarán una mayor ionización en el material circundante. [2]

FICHA E3-P03

El polonio-210 y sus partículas alfa

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — el problema tiene tres bloques: un concepto general de energía de enlace, un cálculo de energía liberada, y un razonamiento con conservación del momento y energía cinética.
2	Apartado a) — según $E=mc^2$, cualquier defecto de masa equivale a energía. Cuando los nucleones se unen para formar el núcleo se libera energía de enlace, y esa energía es masa que "falta" en el núcleo comparado con sus nucleones libres por separado.
3	Apartado b)(i) — calcula el defecto de masa $\Delta m = m(Po) - m(Pb) - m(alfa) = 209{,}93676 - 205{,}92945 - 4{,}00151 = 5{,}8\times10^{-3}$ u, y conviértelo con 1 u = 931,5 MeV: E ≈ 5,4 MeV.
4	Apartado b)(ii) — el polonio está en reposo, así que por conservación del momento, la partícula alfa y el núcleo de plomo salen con momentos de IGUAL magnitud (p) en sentidos opuestos. Con $Ec=p^2/(2m)$ y p igual para ambas, la partícula con MENOR masa tiene MAYOR Ec.
5	Apartado b)(ii), resultado — la masa de la partícula alfa (≈4u) es mucho menor que la del plomo (≈206u), así que Ec(alfa) es mucho mayor que Ec(plomo), por un factor ≈206/4≈51,5.
6	Apartado b)(iii) — piensa en qué característica física determina si una partícula interactúa fácilmente con los electrones de un material: ¿tiene carga eléctrica o no?
7	Apartado b)(iii), resultado — la partícula alfa provoca mayor ionización, porque está eléctricamente cargada e interactúa fuertemente con los electrones del material; el fotón gamma, sin carga, interactúa mucho menos.

TEORÍA BÁSICA

- Energía de enlace nuclear: $E = \Delta mc^2$, donde Δm = masa de los nucleones libres − masa del núcleo (1 u = 931,5 MeV). — Cuadernillo de datos, Tema E.3.
- Conservación del momento en desintegración desde el reposo: las dos partículas resultantes tienen momentos de igual magnitud y sentido opuesto; con $Ec = p^2/(2m)$, la partícula más ligera se lleva la mayor parte de la energía cinética.
- Poder de ionización: las partículas cargadas (alfa, beta) ionizan mucho más que la radiación sin carga (gamma), porque interactúan directamente con los electrones del material.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic E.3 Radioactive decay, energía de enlace, momento y poder de ionización.

CUADERNILLO Cuadernillo de datos de Física — Tema E.3, $E=mc^2$ y 1 u = 931,5 MeV.

VÍDEO IB Nuclear — "Alpha decay: energy release and momentum conservation" (Topic E.3).

SOLUCIÓN RAZONADA

a) Al unirse los nucleones para formar el núcleo se libera energía de enlace, lo que hace que la masa del núcleo sea menor que la suma de las masas de sus nucleones por separado.

b)(i) $\Delta m = 209{,}93676 - 205{,}92945 - 4{,}00151 = 5{,}8\times10^{-3}$ u → E ≈ 5,4 MeV.

b)(ii) Con momentos iguales en magnitud (conservación del momento desde el reposo) y $Ec=p^2/(2m)$, la partícula alfa (mucho menos masiva) tiene mucha mayor energía cinética que el núcleo de plomo.

b)(iii) La partícula alfa ioniza más, por estar cargada eléctricamente; el fotón gamma, sin carga, ioniza mucho menos.

RESUMEN — CON TUS PROPIAS PALABRAS

La idea clave de este problema era:

La relación o fórmula que usé:

Si me vuelvo a atascar en un problema parecido, lo primero que miro es:

REGISTRO DE INTENTOS

Fecha	H. inicio	H. fin	Resultado	Pistas	Unid. OK	Orden mag. OK	¿Repetir?

ESPACIO DE TRABAJO ADICIONAL