FICHA E3-P01

El bismuto-204 y su detector

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 — energía de enlace, $E=mc^2$, 1 u = 931,5 MeV, Tema E.3.

PRERREQUISITOS

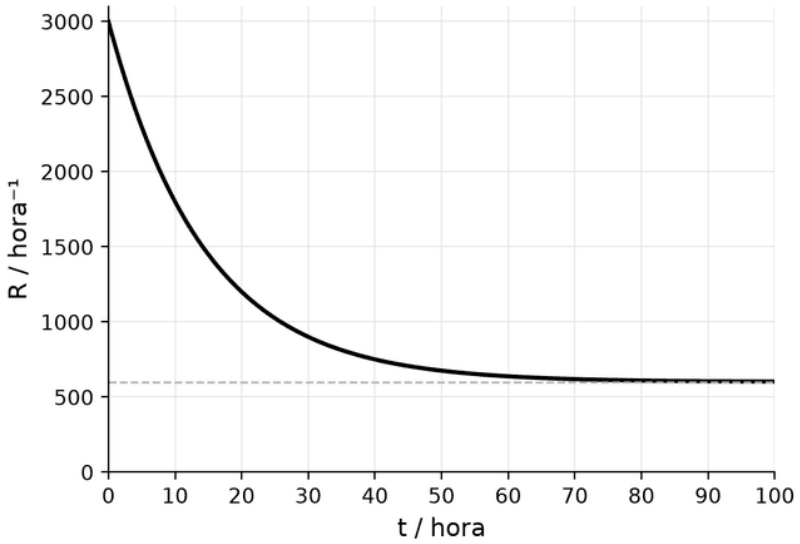
- Un detector de radiación siempre registra, además de la muestra, una tasa de conteo de FONDO (radiación ambiental) que hay que restar para obtener la actividad real de la muestra
- La energía liberada en una desintegración proviene del defecto de masa: $\Delta m = m_{reactivos} - m_{productos}$, convertido a energía con $E = \Delta mc^2$ (usando 1 u = 931,5 MeV)
- La emisión beta-más sigue la ecuación ${}^{A}ZX \rightarrow {}^{A}(Z-1)Y + e^{+} + \nu$; al trabajar con masas NUCLEARES (no atómicas), hay que restar también la masa del positrón emitido

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 lectura de gráfico: los apartados (i) y (ii) piden una ESTIMACIÓN, no un valor exacto.

ENUNCIADO

Se coloca una muestra pura radiactiva de bismuto-204 (${}^{204}_{83}Bi$) cerca de un detector conectado a un contador. El bismuto-204 se desintegra dando lugar a plomo (${}^{204}_{82}Pb$) por desintegración beta-más: ${}^{204}_{83}Bi \rightarrow {}^{204}_{82}Pb + e^{+} + \nu$. En el gráfico se muestra la variación con el tiempo t de la tasa de conteo R.



(a)(i) Indica la tasa de conteo de la radiación de fondo. [1]

(a)(ii) Estima la semivida del ${}^{204}_{83}Bi$. [3]

(a)(iii) Indica y explica cómo la energía de enlace por nucleón del ${}^{204}_{83}Bi$ se compara con la del ${}^{204}_{82}Pb$. [2]

(a)(iv) La distancia entre la muestra y el detector es de 20 cm. Indica por qué esta distancia sería inapropiada para una muestra que se desintegra por desintegración alfa. [1]

(b) Masas nucleares: bismuto = 203,932254 u; plomo = 203,928034 u. Calcula la energía liberada en la desintegración de un núcleo de bismuto-204. [2]

FICHA E3-P01

El bismuto-204 y su detector

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — cinco apartados independientes: dos de lectura/estimación de gráfico, dos conceptuales, y uno de cálculo con defecto de masa. Resuélvelos por separado.
2	(a)(i) — el fondo es el valor al que tiende la curva a tiempos muy largos, cuando la muestra ya casi no contribuye: R ≈ 600 hora^{-1}.
3	(a)(ii) — trabaja con la actividad CORREGIDA, R_corregida = R − 600. En t=0, R_corregida = 3000−600 = 2400; la semivida es cuando se reduce a la mitad (R_corregida=1200, es decir R=1800). Leyendo el gráfico en R≈1800, resulta t½ ≈ 10 horas (acepta 8-12 h, estimación gráfica).
4	(a)(iii) — la desintegración libera energía espontáneamente, así que el producto (plomo) debe ser más estable: MAYOR energía de enlace por nucleón que el bismuto.
5	(a)(iv) — las partículas alfa, muy masivas y cargadas, pierden su energía muy rápido: su alcance en el aire es de solo unos centímetros, así que a 20 cm serían absorbidas antes de llegar al detector.
6	(b) — ecuación beta-más: ^{204}Bi → ^{204}Pb + e^+ + ν. Con masas NUCLEARES, resta también la masa del positrón: Δm = mBi − mPb − me = 203,932254 − 203,928034 − 0,00054858 = 0,003671 u.
7	(b), resultado — E = Δm × 931,5 = 0,003671 × 931,5 ≈ 3,42 MeV.

TEORÍA BÁSICA

- La tasa de conteo de fondo es el valor al que se estabiliza la curva a tiempos largos; la actividad real de la muestra es R_corregida = R_medida − fondo.
- Defecto de masa y energía liberada: $E = \Delta mc^2$, con Δm en u convertido usando 1 u = 931,5 MeV. En desintegración beta-más con masas nucleares, resta también la masa del positrón (0,00054858 u). — Cuadernillo de datos, Tema E.3.
- Alcance de partículas alfa en el aire: unos pocos centímetros, mucho menor que el de partículas beta o la radiación gamma, por su gran masa y carga.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic E.3 Radioactive decay, tasa de conteo, semivida y defecto de masa.

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

VÍDEO IB Nuclear — "Background count rate, half-life graphs and mass defect" (Topic E.3).

SOLUCIÓN RAZONADA

(a)(i) Fondo ≈ 600 hora^{-1} (asíntota de la curva).

(a)(ii) t½ ≈ 10 horas (estimación gráfica; se acepta 8-12 h), usando R_corregida = R−600 y buscando cuándo se reduce a la mitad de 2400.

(a)(iii) El plomo tiene MAYOR energía de enlace por nucleón que el bismuto, ya que la desintegración libera energía espontáneamente (productos más estables).

(a)(iv) Las partículas alfa tienen un alcance de solo unos centímetros en el aire; a 20 cm serían absorbidas antes de llegar al detector.

(b) Δm = 203,932254 − 203,928034 − 0,00054858 = 0,003671 u → E ≈ 3,42 MeV.

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