Adaptado — Colegio Internacional de Levante, 2º BI, Paper 2 (FIS_2BI_P2_M1), Pregunta 1(c) (productos de fisión radiactivos)

FICHA E4-P04

Los residuos del reactor

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
E.4 Fisión	Secundaria	●●○ (2 / 3)	8 pts · –	13 min

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: no hace falta — se trabaja con las leyes de conservación en las desintegraciones y con semividas enteras.

PRERREQUISITOS

- En una desintegración β^-, un neutrón se convierte en protón: Z aumenta en 1 y A no cambia; se emiten un electrón y un antineutrino
- Tras n semividas, la cantidad de núcleos radiactivos que queda es la mitad, n veces: $N = N_0 \times (1/2)^n$
- Los productos de la fisión suelen ser radiactivos; algunos tienen semividas de decenas de años o más

TIEMPO DE REFERENCIA

Media de la clase ≈ 8 min. Es una referencia para situarte, no un cronómetro — resolver rápido con el resultado mal no vale nada.

ENUNCIADO

Entre los residuos de un reactor de fisión hay cesio-137 ($^{137}_{55}Cs$), que se desintegra por emisión β^- y tiene una semivida de 30 años. Una muestra de residuos contiene inicialmente 2,0 kg de Cs-137.

masa inicial de Cs-137 = **2,0 kg** semivida = **30 años**

a) Escribe la ecuación de la desintegración β^- del Cs-137 e identifica el nuclido hijo (símbolo, Z y A). [2]

b) Calcula la masa de Cs-137 que queda en la muestra al cabo de 90 años. [2]

c) Explica por qué este tipo de residuos obliga a un almacenamiento seguro durante periodos muy largos, y menciona una medida para hacerlo. [2]

d) Indica una ventaja y un inconveniente de la fisión nuclear frente a los combustibles fósiles para generar electricidad. [2]

FICHA E4-P04

Los residuos del reactor

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — en toda desintegración se conservan el número másico A y la carga (número atómico Z).
2	Apartado a) — en la β^-, un neutrón se transforma en protón: Z aumenta en 1 y A no cambia. Se emiten un electrón y un antineutrino.
3	Apartado a), concluye — Cs (Z = 55) → nuclido con Z = 56, A = 137: bario-137.
4	Apartado b) — calcula primero el número de semividas: 90/30.
5	Apartado b), cifras — 3 semividas: 2,0 → 1,0 → 0,50 → 0,25 kg.
6	Apartado c) — la actividad solo se reduce a la mitad cada semivida; con 30 años, harán falta siglos hasta que la actividad sea pequeña.
7	Apartado d) — compara las emisiones de CO_2 durante el funcionamiento con la gestión de los residuos y el riesgo de accidentes.

TEORÍA BÁSICA

- Desintegración β^-: el núclido (Z, A) pasa a (Z + 1, A) y se emiten un electrón y un antineutrino. Se conservan A, Z (la carga) y la energía.
- Semivida: tiempo en que se reduce a la mitad el número de núcleos radiactivos; tras n semividas queda $(1/2)^n$.
- Los residuos de alta actividad requieren blindaje, aislamiento y almacenamiento geológico profundo durante largos periodos.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic E.4 Fission, productos de fisión y gestión de residuos; Topic E.3, desintegración β.

CUADERNILLO No aplica en este problema — conservación de A y Z; fórmulas de memoria en NM.

VÍDEO Pendiente — no se ha localizado un vídeo en español verificado para la gestión de residuos; recurso de apoyo (artículo): es.wikipedia.org/wiki/Residuo_radiactivo

SOLUCIÓN RAZONADA

a) $^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + e^- + \bar{\nu}$. El nuclido hijo es el bario-137 (Z = 56, A = 137).

b) 90 años/30 años = 3 semividas. Masa restante = $2{,}0 \times (1/2)^3 = 0{,}25$ kg.

c) Tras cada semivida solo desaparece la mitad de los núcleos radiactivos; con una semivida de 30 años, la muestra sigue siendo activa durante siglos y emite radiación ionizante dañina. Hay que aislarla (por ejemplo, en contenedores blindados y en almacenamiento geológico profundo) hasta que su actividad sea segura.

d) Ventaja: no emite CO_2 durante su funcionamiento y proporciona gran cantidad de energía con poco combustible. Inconveniente: produce residuos radiactivos de larga duración y existe el riesgo de accidentes nucleares.

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