Adaptado — Colegio Internacional de Levante, 2º BI, Paper 2 (FIS_2BI_P2_M1), Pregunta 1(a); Examen IB oficial — Physics SL Paper 1A, Mayo 2025, Pregunta 22 (comparación fusión/fisión)

FICHA E4-P01

La energía que libera una fisión de uranio

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
E.4 Fisión	Principal	●●○ (2 / 3)	7 pts · –	14 min

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: sí — 1 u = 931,5 MeV c^{-2}, constante de Avogadro N_A, $E = mc^2$ (Tema E.3) y 1 eV = 1,60 × 10^{-19} J.

PRERREQUISITOS

- La energía de enlace de un núcleo es la energía necesaria para separarlo en todos sus nucleones; un núcleo más estable tiene mayor energía de enlace por nucleón
- En una reacción nuclear, la energía liberada es la diferencia entre la energía de enlace total de los productos y la de los reactivos (los neutrones libres no tienen energía de enlace)
- Energía total de enlace = (energía de enlace por nucleón) × (número de nucleones A)

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

Una posible reacción de fisión del uranio-235 es: $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$. Se dispone de los siguientes datos aproximados de energía de enlace por nucleón:

U-235 = **7,59 MeV** Ba-141 = **8,33 MeV** Kr-92 = **8,57 MeV** masa atómica del U-235 = **235 u**

a) Indica qué se entiende por energía de enlace de un núcleo. [1]

b) Muestra que la energía liberada en la reacción es aproximadamente 180 MeV. [2]

c) Calcula la energía, en J, que se libera al fisionarse por completo 1,0 kg de uranio-235 con 180 MeV por fisión. [2]

d) En la fusión $^{2}H + {}^{3}H \rightarrow {}^{4}He + n$ se convierte en energía una masa de 0,019 u por reacción, y los reactivos suman unos 5,0 u. Compara la fracción de masa que se convierte en energía en esa fusión y en la fisión del apartado b), e indica cuál libera más energía por unidad de masa de combustible. [2]

FICHA E4-P01

La energía que libera una fisión de uranio

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — energía liberada = energía de enlace total de los productos − energía de enlace total de los reactivos. Los neutrones libres no cuentan.
2	Apartado a) — piensa en la energía mínima que habría que aportar para separar todos los nucleones del núcleo.
3	Apartado b) — calcula la energía de enlace total de cada núcleo: (energía por nucleón) × A.
4	Apartado b), cifras — U: 235 × 7,59 = 1783,65 MeV. Ba: 141 × 8,33 = 1174,53 MeV. Kr: 92 × 8,57 = 788,44 MeV.
5	Apartado b), concluye — productos 1174,53 + 788,44 = 1962,97 MeV; energía liberada = 1962,97 − 1783,65 ≈ 179 MeV ≈ 180 MeV.
6	Apartado c) — número de núcleos N = (masa/masa molar) × N_A, con 235 g mol^{-1} para el U-235. Después E = N × energía por fisión (en julios).
7	Apartado c), cifras — N = (1000/235) × 6,02 × 10^{23} ≈ 2,56 × 10^{24}; energía por fisión = 180 × 1,60 × 10^{-13} J = 2,88 × 10^{-11} J; E ≈ 7,4 × 10^{13} J.
8	Apartado d) — fracción de masa convertida = (masa convertida)/(masa de los reactivos). Para la fisión, usa 180 MeV/(931,5 MeV/u) para obtener la masa convertida en u.
9	Apartado d), cifras — fusión: 0,019/5,0 ≈ 3,8 × 10^{-3}. Fisión: (180/931,5) u = 0,193 u; 0,193/235 ≈ 8,2 × 10^{-4}. La fusión convierte unas 4,6 veces más fracción de masa.

TEORÍA BÁSICA

- Energía liberada en una reacción nuclear = energía de enlace de los productos − energía de enlace de los reactivos. — Cuadernillo, Tema E.3 y E.4.
- Equivalencia masa-energía: E = Δm·c^2; 1 u equivale a 931,5 MeV.
- En la fisión de un núcleo pesado se liberan unos 200 MeV por núcleo; por kilogramo de combustible esto es una energía enorme comparada con una reacción química.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic E.4 Fission, energía liberada y reacciones en cadena.

CUADERNILLO Cuadernillo de datos de Física — Tema E.3 (E = mc^2) y tabla de constantes (1 u, N_A, 1 eV).

VÍDEO YouTube — "La fisión nuclear. Reacciones en cadena." — youtube.com/watch?v=qMZGz6Nlw5k

SOLUCIÓN RAZONADA

a) Es la energía necesaria para separar completamente el núcleo en sus nucleones (protones y neutrones) individuales.

b) E_enlace(U) = 235 × 7,59 = 1783,65 MeV. E_enlace(Ba) + E_enlace(Kr) = 141 × 8,33 + 92 × 8,57 = 1174,53 + 788,44 = 1962,97 MeV. Energía liberada = 1962,97 − 1783,65 ≈ 179 MeV ≈ 180 MeV.

c) N = (1000 g/235 g mol^{-1}) × 6,02 × 10^{23} ≈ 2,56 × 10^{24} núcleos. Energía por fisión = 180 MeV × 1,60 × 10^{-13} J MeV^{-1} = 2,88 × 10^{-11} J. E = 2,56 × 10^{24} × 2,88 × 10^{-11} ≈ 7,4 × 10^{13} J.

d) Fusión: 0,019 u/5,0 u ≈ 3,8 × 10^{-3} de la masa. Fisión: masa convertida = 180/931,5 ≈ 0,193 u; 0,193/235 ≈ 8,2 × 10^{-4}. La fusión convierte en energía una fracción de masa unas 4,6 veces mayor: libera más energía por unidad de masa de combustible.

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