FICHA D3-P04

Los protones que no se desvían

TEMA / TOPIC	TIPO	DIFICULTAD	PUNTOS	TIEMPO MÁX.
D.3 Movimiento en campos electromagnéticos	Secundaria	●●● (3 / 3)	8 pts · —	15 min

MATERIAL NECESARIO

Cuadernillo de datos: sí — F = qvB sen θ (Tema D.3) y F = qE (Tema D.2); masa y carga del protón en las constantes.

PRERREQUISITOS

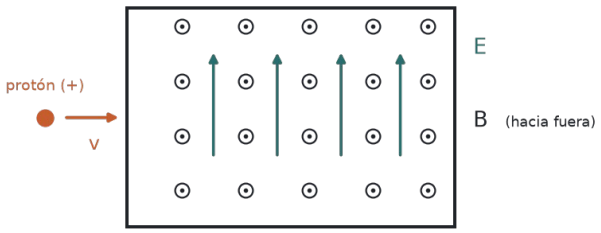
- Una carga q en un campo eléctrico E sufre una fuerza F = qE (en el sentido de E si q es positiva)
- Una carga en movimiento en un campo magnético sufre F = qvB sen θ, perpendicular a v y a B (regla de la mano derecha)
- Si la fuerza resultante sobre una carga es nula, su velocidad no cambia: se mueve en línea recta con rapidez constante

TIEMPO DE REFERENCIA

Media de la clase ≈ 9 min. Es una referencia para situarte, no un cronómetro — resolver rápido con el resultado mal no vale nada.

ENUNCIADO

Un haz de protones entra con una rapidez v en una región donde hay un campo eléctrico uniforme E y un campo magnético uniforme B, perpendiculares entre sí y a la velocidad de los protones (ver diagrama). Con estos valores de E y B, los protones atraviesan la región en línea recta, sin desviarse.



E = **2,0 × 10⁴ V m⁻¹** B = **0,040 T** masa del protón = **1,67 × 10⁻²⁷ kg** carga del protón = **1,60 × 10⁻¹⁹ C**

a) Explica, en términos de fuerzas, por qué los protones no se desvían. [2]

b) Deduce una expresión para la rapidez v de los protones que atraviesan la región sin desviarse, y calcula su valor. [2]

c) Un protón con el doble de esa rapidez entra en la misma región. Indica si se desvía hacia arriba o hacia abajo en el diagrama, y justifícalo. [2]

d) Se desconecta el campo eléctrico, quedando solo el magnético. Calcula el radio de la trayectoria de un protón con la rapidez del apartado b). [2]

FICHA D3-P04

Los protones que no se desvían

PISTAS PROGRESIVAS

1	General — dibuja las dos fuerzas sobre el protón y compara sus sentidos y sus magnitudes.
2	Apartado a) — la fuerza eléctrica (qE) apunta hacia arriba. La magnética (qvB), con la regla de la mano derecha (v hacia la derecha, B hacia fuera de la página), apunta hacia abajo.
3	Apartado a), concluye — con igual magnitud y sentidos opuestos, la fuerza neta es cero y el protón sigue en línea recta a velocidad constante.
4	Apartado b) — iguala qE = qvB; la carga q se cancela.
5	Apartado b), calcula — $v = E/B = 2{,}0 \times 10^4 / 0{,}040 = 5{,}0 \times 10^5$ m s^{-1}.
6	Apartado c) — si v se duplica, ¿qué fuerza cambia: la eléctrica o la magnética? ¿Cuál pasa a dominar?
7	Apartado c), concluye — $F_m = qvB$ se duplica y $F_e = qE$ no cambia: domina la fuerza magnética (hacia abajo), así que el protón se desvía hacia abajo.
8	Apartado d) — sin campo eléctrico, la fuerza magnética actúa como fuerza centrípeta: $qvB = mv^2/r \rightarrow r = mv/(qB)$.
9	Apartado d), cifras — $r = (1{,}67 \times 10^{-27} \times 5{,}0 \times 10^5)/(1{,}60 \times 10^{-19} \times 0{,}040) = 8{,}35 \times 10^{-22}/6{,}4 \times 10^{-21} \approx 0{,}13$ m.

TEORÍA BÁSICA

- Campos eléctrico y magnético perpendiculares: la fuerza total es $F = qE + qv \times B$; se anulan cuando $qE = qvB$, es decir, $v = E/B$ (selector de velocidades).
- La condición $v = E/B$ no depende de la carga ni de la masa de la partícula.
- Solo con campo magnético, la trayectoria es circular de radio $r = mv/(qB)$.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic D.3 Motion in electromagnetic fields, campos eléctrico y magnético perpendiculares.
CUADERNILLO Cuadernillo de datos de Física — Tema D.3 ($F = qvB \sin\theta$) y Tema D.2 ($F = qE$).
VÍDEO YouTube — "SELECTOR DE VELOCIDADES. CAMPO MAGNÉTICO" — youtube.com/watch?v=H-wBg6L8iis

SOLUCIÓN RAZONADA

a) Sobre cada protón actúan una fuerza eléctrica qE (hacia arriba) y una fuerza magnética qvB (hacia abajo). Tienen la misma magnitud y sentidos opuestos, así que la fuerza neta es cero y el protón sigue en línea recta con velocidad constante.

b) $qE = qvB \rightarrow v = E/B = 2{,}0 \times 10^4 / 0{,}040 = 5{,}0 \times 10^5$ m s^{-1}.

c) Con el doble de rapidez, $F_m = qvB$ se duplica mientras $F_e = qE$ no cambia: domina la fuerza magnética, dirigida hacia abajo. El protón se desvía hacia abajo.

d) $qvB = mv^2/r \rightarrow r = mv/(qB) = (1{,}67 \times 10^{-27} \times 5{,}0 \times 10^5)/(1{,}60 \times 10^{-19} \times 0{,}040) \approx 0{,}13$ m.

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