*Adaptado — Examen IB oficial — Physics SL Paper 1, Mayo 2021, Pregunta 19 (opción múltiple ampliada a desarrollo)*

FICHA D3-P01

# El ion en el campo magnético

| TEMA / TOPIC | TIPO | DIFICULTAD | PUNTOS | TIEMPO MÁX. |
|---|---|---|---|---|
| D.3 Movimiento en campos electromagnéticos | Principal | ●●○ (2 / 3) | 7 pts · – | 12 min |

MATERIAL NECESARIO

**Cuadernillo de datos: sí —** F = qvB sen θ (Tema D.3) y aceleración centrípeta a = v²/r (Tema A.2); la carga elemental está en las constantes.

PRERREQUISITOS

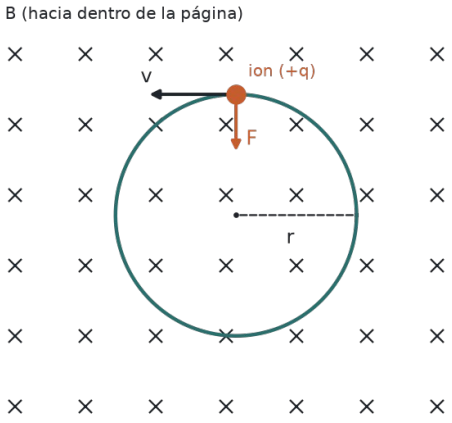
- La fuerza magnética sobre una carga en movimiento es F = qvB sen θ; su dirección es perpendicular tanto a la velocidad como al campo
- Una fuerza siempre perpendicular a la velocidad cambia la dirección del movimiento, pero no su rapidez
- Movimiento circular uniforme: la fuerza centrípeta necesaria es F = mv²/r

TIEMPO DE REFERENCIA

**Media de la clase ≈ 7 min.** Es una referencia para situarte, no un cronómetro — resolver rápido con el resultado mal no vale nada.

ENUNCIADO

Un ion de sodio, con carga q = +1,60 × $10^{-19}$ C y masa m = 3,8 × $10^{-26}$ kg, entra con una rapidez v en una región donde hay un campo magnético uniforme B, perpendicular a su velocidad. El ion describe una circunferencia de radio r, como muestra el diagrama.




v = **2,0 × $10^{5}$ m $s^{-1}$** B = **0,50 T**

**a)** Explica por qué la fuerza magnética hace que el ion siga una trayectoria circular sin cambiar su rapidez. [2]

**b)** Deduce una expresión para el radio r de la trayectoria en función de m, v, q y B. [2]

**c)** Calcula el radio r de la trayectoria del ion. [2]

**d)** Indica cuál de estos cambios, aplicado por sí solo, aumentaría el radio de la trayectoria, y justifícalo: A) reducir la rapidez del ion · B) aumentar la carga del ion · C) aumentar la masa del ion · D) aumentar la intensidad del campo magnético. [1]

FICHA D3-P01

# El ion en el campo magnético

PISTAS PROGRESIVAS

| | |
|---|---|
| 1 | General — la fuerza magnética sobre una carga que se mueve es siempre perpendicular a su velocidad, como una fuerza centrípeta. |
| 2 | Apartado a) — si la fuerza forma siempre 90° con el desplazamiento, ¿qué trabajo realiza? Piensa qué le ocurre entonces a la energía cinética y a la rapidez. |
| 3 | Apartado b) — la fuerza magnética hace de fuerza centrípeta: iguala $qvB = mv^2/r$ (el ángulo es 90°, así que sen 90° = 1). |
| 4 | Apartado b), despeja — $r = mv/(qB)$. |
| 5 | Apartado c) — sustituye: $r = (3{,}8 \times 10^{-26} \times 2{,}0 \times 10^{5}) / (1{,}60 \times 10^{-19} \times 0{,}50)$. |
| 6 | Apartado c), cifras — numerador $7{,}6 \times 10^{-21}$; denominador $8{,}0 \times 10^{-20}$; $r \approx 0{,}095$ m (9,5 cm). |
| 7 | Apartado d) — en $r = mv/(qB)$, ¿qué magnitudes están en el numerador (aumentan r) y cuáles en el denominador (lo disminuyen)? |

TEORÍA BÁSICA

- Fuerza magnética sobre una carga: $F = qvB \text{ sen } \theta$. — Cuadernillo de datos, Tema D.3. Con $v \perp B$, sen θ = 1.
- Como F es perpendicular a v, la fuerza no realiza trabajo: la energía cinética y la rapidez no cambian; solo cambia la dirección.
- La fuerza magnética actúa como fuerza centrípeta: $qvB = mv^2/r$, de donde $r = mv/(qB)$.

REFUERZO

LIBRO Oxford Physics 2023 — Topic D.3 Motion in electromagnetic fields, partículas cargadas en campos magnéticos.

CUADERNILLO Cuadernillo de datos de Física — Tema D.3 ($F = qvB \text{ sen } \theta$) y Tema A.2 (aceleración centrípeta).

VÍDEO YouTube — "CAMPO MAGNÉTICO 1: EJERCICIO DE MOVIMIENTO DE UNA PARTÍCULA CARGADA EN UN CAMPO MAGNÉTICO" — youtube.com/watch?v=WL-Z8eT7jug

SOLUCIÓN RAZONADA

a) $F = qvB \text{ sen } \theta$ es siempre perpendicular a la velocidad (θ = 90°): apunta hacia el centro de la trayectoria y actúa como fuerza centrípeta. Cambia la dirección de v pero no realiza trabajo, así que la energía cinética y la rapidez no cambian: movimiento circular uniforme.

b) $qvB = mv^2/r \rightarrow r = mv/(qB)$.

c) $r = (3{,}8 \times 10^{-26} \times 2{,}0 \times 10^{5})/(1{,}60 \times 10^{-19} \times 0{,}50) = 7{,}6 \times 10^{-21}/8{,}0 \times 10^{-20} \approx 0{,}095$ m (≈ 9,5 cm).

d) Opción C (aumentar la masa). $r = mv/(qB)$ es directamente proporcional a m y a v, e inversamente proporcional a q y B: reducir v, aumentar q o aumentar B disminuyen r; solo aumentar m lo aumenta.

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