Força Magnética sobre Cargas em Movimento

12.º Ano | Física | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Caraterizar as forças exercidas por um campo magnético uniforme sobre cargas elétricas em movimento, concluir sobre os movimentos resultantes e interpretar o funcionamento do espectrómetro de massa a partir dessa caraterização.

Revisão rápida

- **Força magnética:** $F = qvB\ sen\ \theta$ — máxima quando $v \perp B$ e **nula quando $v \parallel B$**. Sempre *perpendicular* a v e a B (regra da mão direita).
- **Não faz trabalho:** como $F \perp v$, a força magnética **não altera a energia cinética** — só muda a direção do movimento.
- **Movimento circular:** $F = mv^2/\rho$ → $\rho = mv/(qB)$ e $T = 2\pi m/(qB)$ — o período **não depende da velocidade**.
- **Em condutores:** a soma das forças sobre os eletrões em movimento dá $F = BIL$ (força sobre um fio de comprimento L com corrente I).

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «A força magnética pode alterar a velocidade de uma partícula.» ( ) b) «Se a carga se move paralelamente ao campo magnético, a força é nula.» ( ) c) «A força magnética é sempre perpendicular à velocidade.» ( ) d) «O período de uma partícula em órbita circular depende da sua velocidade.» ( )

2. Um protão (q = 1,60 × 10^{-19} C) move-se a 2,0 × 10^{6} m/s perpendicularmente a um campo de 0,50 T. a) calcula a força magnética b) que força sentiria com θ = 30°? c) e com θ = 0°?

3. Órbita circular: para o protão do exercício 2, a) calcula o raio da trajetória b) calcula o período c) o que aconteceria ao raio se a velocidade fosse duplicada?

4. Força sobre um condutor: um fio de 0,10 m está num campo de 0,20 T perpendicular a ele e atravessa-o uma corrente de 5,0 A. a) calcula a força sobre o fio b) em que situações do quotidiano se usa este princípio?

© 2026 Estudantices

5. Movimento com v inclinado: uma carga entra num campo magnético com $\theta = 45°$ em relação a B. a) descompõe a velocidade b) descreve o movimento resultante c) o que aconteceria se θ fosse 0°?

6. Energia: a) porque é que a força magnética não pode acelerar uma partícula? b) o que acontece à sua energia cinética ao descrever uma espiral? c) e a sua velocidade?

7. Partículas de mesma energia: um protão e um alfa (massa 4 u, carga $2e$) entram no mesmo campo com a mesma energia cinética. a) qual descreve o maior círculo? b) justifica com a expressão do raio.

8. Sentido da força: uma carga positiva desloca-se de sul para norte num campo dirigido de oeste para este. a) aplica a regra da mão direita b) indica o sentido da curva c) e se a carga fosse negativa?

© 2026 Estudantices

9. Aplicações: liga cada dispositivo à física que usa: a) acelerador de partículas → __ b) ecrã de um osciloscópio de raios catódicos → __ c) motor elétrico → __ d) freio eletromagnético de um comboio → __ — em algum deles a força faz trabalho?

10. Comparação de raios: um ião de massa $4 \times 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg e carga $2 \times 1{,}60 \times 10^{-19}$ C entra num campo de 0,20 T a $1{,}0 \times 10^{5}$ m/s. Calcula o raio da sua trajetória e compara com o raio que um protão descreveria nas mesmas condições de campo e de velocidade.

11. Desenho gráfico: representa, num plano perpendicular a B, a trajetória de uma carga positiva que entra com $v \perp B$ e de uma carga negativa que entra pelo mesmo ponto com a mesma velocidade. Onde é que as curvas se diferenciam?

12. Desdevolvimento. Explica porque é que a força magnética só consegue mudar a direção do movimento e nunca a rapidez, e de que forma esse fato é usado para fazer partículas descreverem órbitas fechadas num campo magnético.

© 2026 Estudantices

Soluções — Força Magnética sobre Cargas em Movimento

1. a) **F** — só muda a direção, nunca a rapidez b) **V** — $sen\ 0° = 0$ c) **V** — é perpendicular a v e a B d) **F** — $T = 2\pi m/(qB)$ independe de v.

2. a) $F = 1{,}60\times10^{-19} \times 2{,}0\times10^{6} \times 0{,}50 =$ **1,6 × 10⁻¹³ N** b) $F = 1{,}6\times10^{-13} \times sen\ 30° =$ **8,0 × 10⁻¹⁴ N** c) **0 N** — sem componente perpendicular não há força.

3. a) $\rho = mv/qB = (1{,}67\times10^{-27} \times 2{,}0\times10^{6})/(1{,}60\times10^{-19} \times 0{,}50) =$ **4,18 cm** b) $T = 2\pi m/(qB) = 2\pi \times 1{,}67\times10^{-27}/(8{,}0\times10^{-20}) =$ **1,31 × 10⁻⁷ s** (131 ns) c) o raio **dobraria** ($\rho \propto v$), mas o período ficaria igual.

4. a) $F = BIL = 0{,}20 \times 5{,}0 \times 0{,}10 =$ **0,10 N** b) motores elétricos (força sobre as bobinas do rotor), alto-falantes (a bobina move a membrana), galvanómetros e dinamómetros de corrente.

5. a) $v_{\parallel} = v\ cos\ 45°$ (paralela a B, não sofre força) e $v_{\perp} = v\ sen\ 45°$ (perpendicular) b) **espiral**: a componente perpendicular descreve um círculo, a paralela mantém o avanço — resulta numa hélice c) se $\theta = 0°$, $F = 0$ e o movimento é **retilíneo uniforme**.

6. a) porque a força é sempre **perpendicular** ao deslocamento, e o trabalho $W = F{\cdot}d{\cdot}cos\ 90° = 0$ b) se a partícula espirala, é porque está a perder energia por *radiação* ou por colisões, não pela força magnética; com campo uniforme e sem perdas, a energia mantém-se c) a velocidade mantém-se constante — só a direção muda.

7. $\rho = \sqrt{(2mE_c)}/(qB)$. Com a mesma energia, $\rho \propto \sqrt{m}/q$: protão $\sqrt{1}/1 = 1$ · alfa $\sqrt{4}/2 = 1$ — os dois descrevem **o mesmo raio**. (Se fosse a mesma *velocidade*, o alfa teria raio maior.)

8. a) mão direita: dedos na direção de v (norte), curvados para B (este) → polegar aponta **para cima** b) a carga curva para **cima** (plano horizontal) c) a força inverte-se: curva para **baixo** — mesmo movimento, carga de sinal oposto, trajetória espelhada.

9. a) combinações de E e B para acelerar e desviar partículas b) desvio dos eletrões pelo campo magnético c) $F = BIL$ sobre as bobinas, que faz rodar o rotor d) correntes de Foucault induzidas no disco, que geram uma força de oposição. **Só o motor entrega trabalho** — nos restantes, quando há desvio puramente magnético, a força é perpendicular e não faz trabalho.

10. $\rho = (4 \times 1{,}67\times10^{-27} \times 1{,}0\times10^{5})/(2 \times 1{,}60\times10^{-19} \times 0{,}20) = 6{,}68\times10^{-22}/6{,}4\times10^{-20} =$ **1,04 cm**. Para um protão nas mesmas condições (B = 0,20 T, v = 1,0 × 10⁵ m/s): $\rho = 1{,}67\times10^{-22}/3{,}2\times10^{-20} =$ **0,52 cm** — oião descreve o **dobro** do raio do protão, porque a sua razão massa/carga é também o dobro (4/2 face a 1/1).

11. Ambas descrevem **circunferências do mesmo raio**, tangentes à velocidade de entrada, mas **em sentidos opostos** (positiva num sentido, negativa no sentido inverso) — é assim que um espectrómetro separa íons de sinal oposto que entrem pelo mesmo sítio.

12. (modelo) A força magnética é o produto vetorial $q(v \times B)$, e por construção esse vetor é perpendicular a v. Sendo perpendicular ao deslocamento, o seu trabalho é nulo e, pelo teorema trabalho–energia, a energia cinética não varia — logo a rapidez fica igual. Sobra apenas a mudança de direção: essa componente perpendicular funciona como uma força centrípeta e descreve uma circunferência de raio mv/qB. Como o raio depende da relação massa/carga, partículas diferentes seguem trajetórias diferentes — e é exatamente isso que permite confinar feixes, desviar íons e fazer oscilar uma partícula dentro de um acelerador sem que ela perca energia no processo.

© 2026 Estudantices