

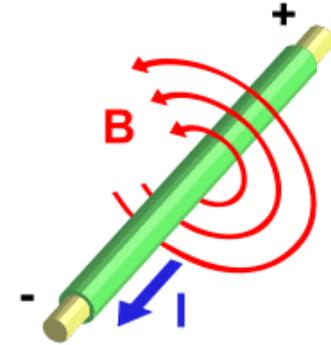
Eletromagnetismo

Prof Fred Frydman

Corrente Elétrica gera Campo Magnético (B)

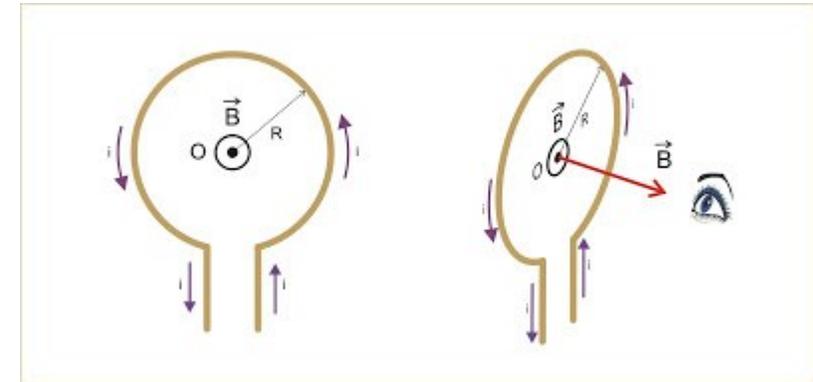
- B gerado por fio retilíneo a uma distância r:

$$\mathbf{B} \equiv \frac{\mu_0 \mathbf{i}}{2\pi r}$$

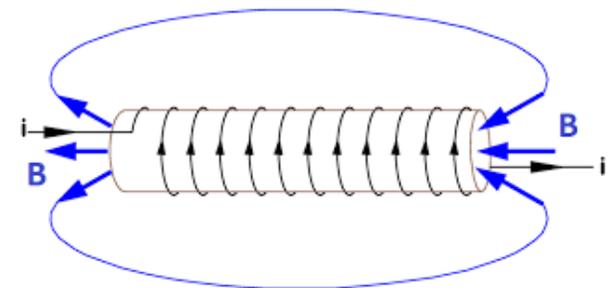


- B gerado no centro de espira(s) circular(es):

$$\mathbf{B} \equiv \frac{\mu_0 N \cdot \mathbf{i}}{2r}$$



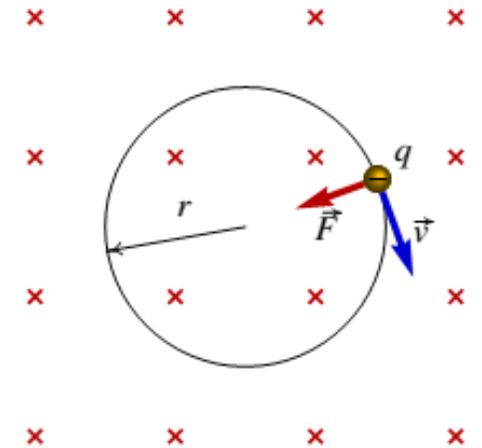
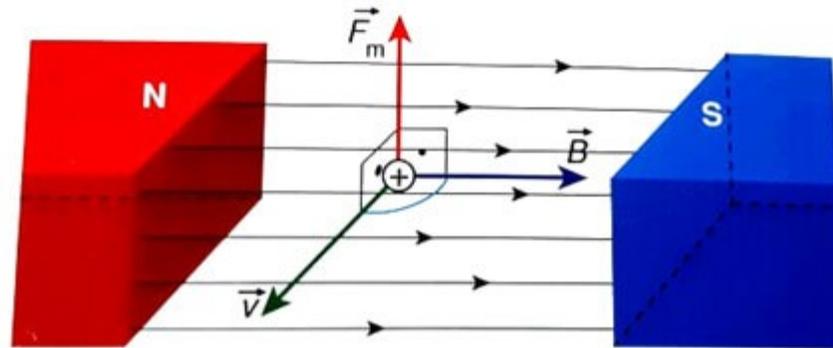
- B gerado por solenoide ($r \ll L$): $\mathbf{B} \equiv \frac{\mu_0 N \cdot \mathbf{i}}{L}$



Força Magnética: Campo Magnético exerce força sobre cargas em movimento

- A Força Magnética muda a direção da velocidade de cargas em movimento:
 - Força Magnética em Carga Simples:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B} \cdot \sin\theta$$



- Igualando F_{mag} à Força Centrípeta:

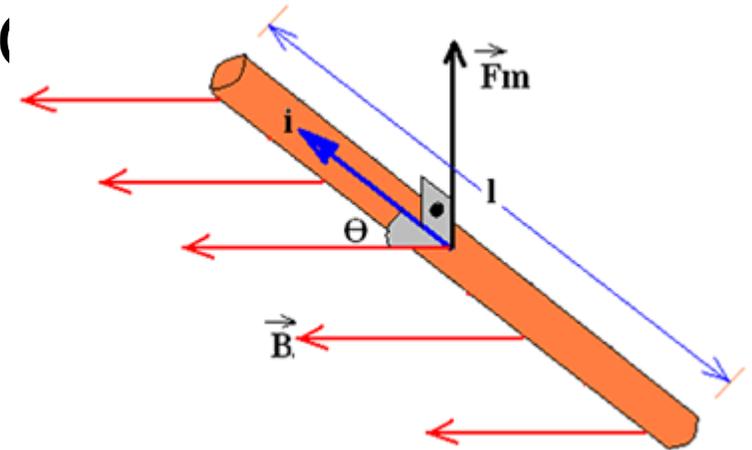
$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

Força Magnética: Campo Magnético exerce força sobre cargas em movimento

- Corrente Elétrica também é carga em movimento, portanto:

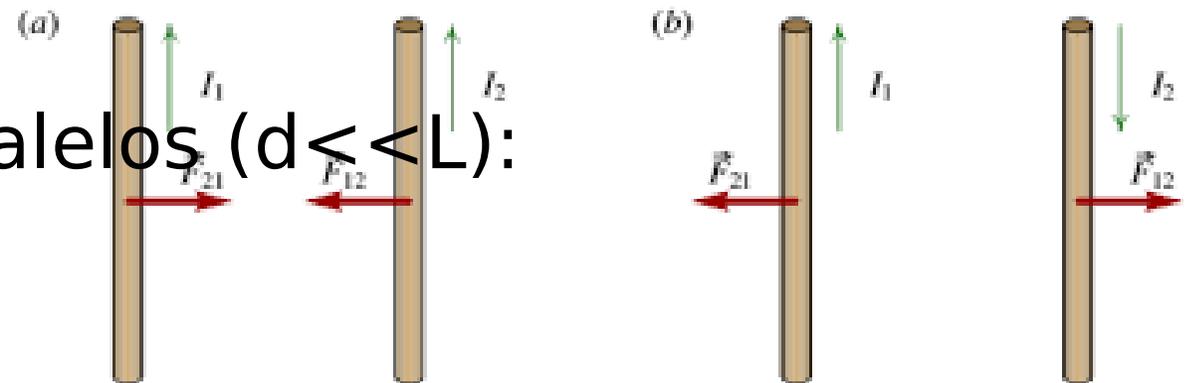
- Força Magnética em condutores sob Campo Magnético:

$$\mathbf{F} = B \cdot i \cdot L \cdot \sin\theta$$



- Força entre condutores paralelos ($d \ll L$):

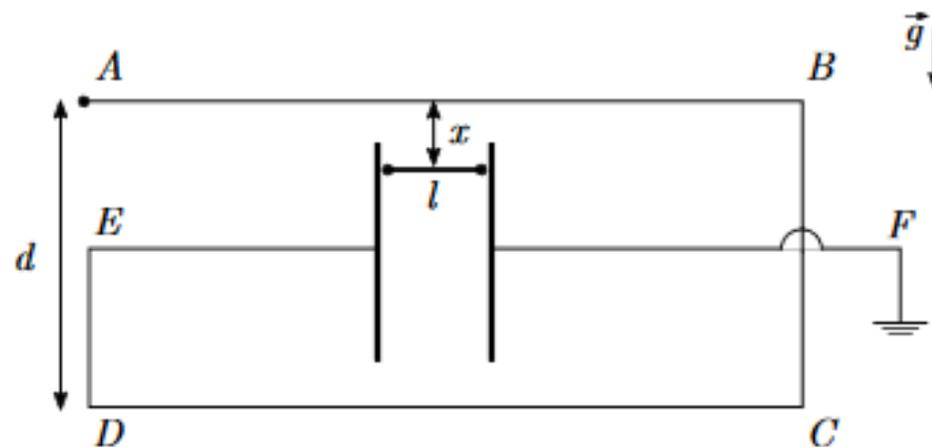
$$\mathbf{F} \equiv B_1 i_2 \cdot L = \frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi d}$$



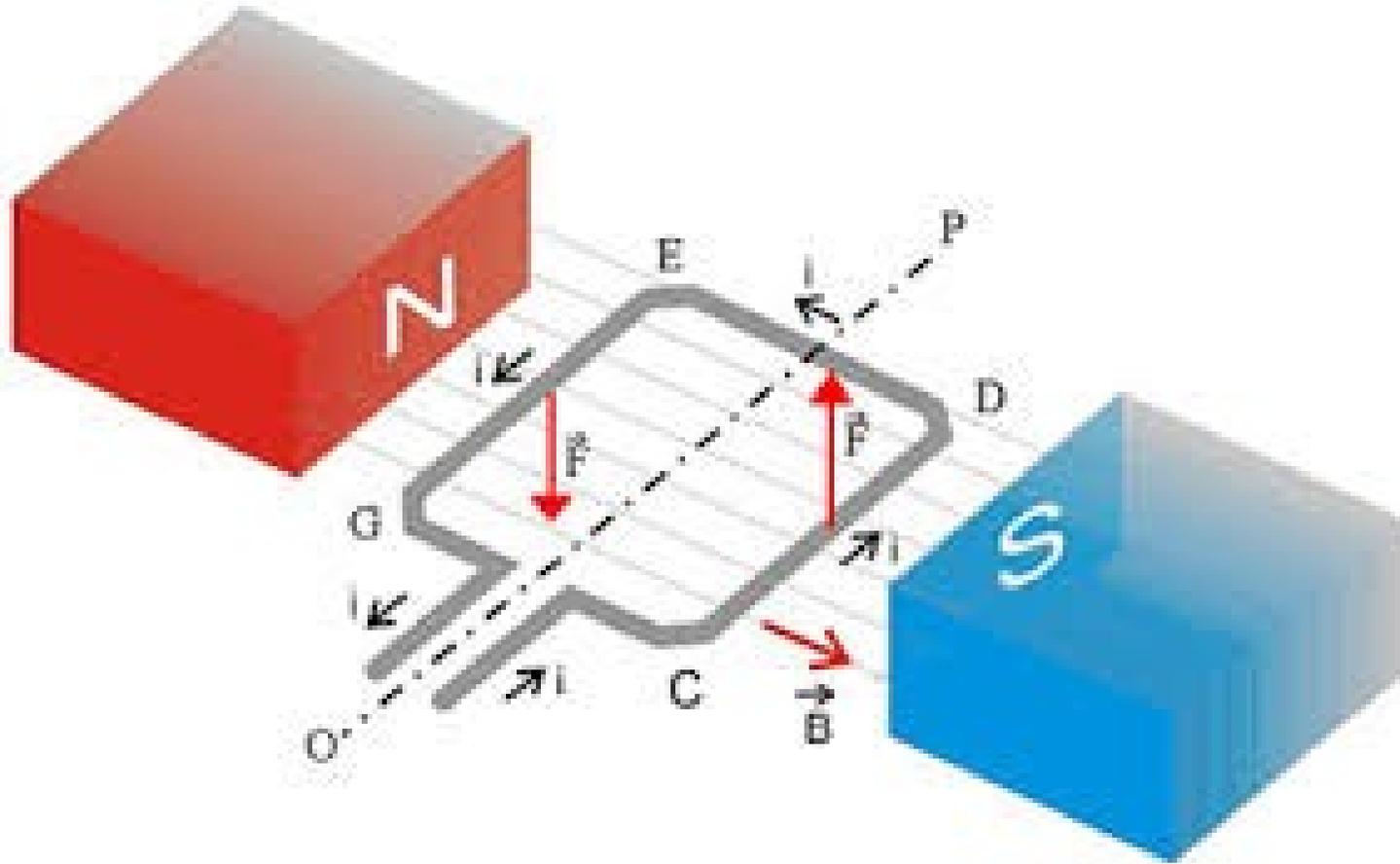
ITA 2019 - 2ª fase

Questão 6. Um condutor muito longo $ABCDEF$ é interrompido num trecho, onde é ligado a guias metálicas pelas quais desliza sem atrito um condutor metálico rígido de comprimento $l = 10$ cm e massa $m = 5,0$ mg, mantendo o contato elétrico e a passagem de corrente pelo sistema contido no plano vertical, conforme esquematizado na figura. O potencial elétrico no terminal A é $V_0 = 1,0$ V e o sistema como um todo possui resistência $R = 0,10$ Ω . Sendo a distância $d = 18$ cm e considerando apenas o efeito dos segmentos longos \overline{AB} e \overline{CD} sobre o condutor

móvel, determine a distância de equilíbrio x indicada na figura.

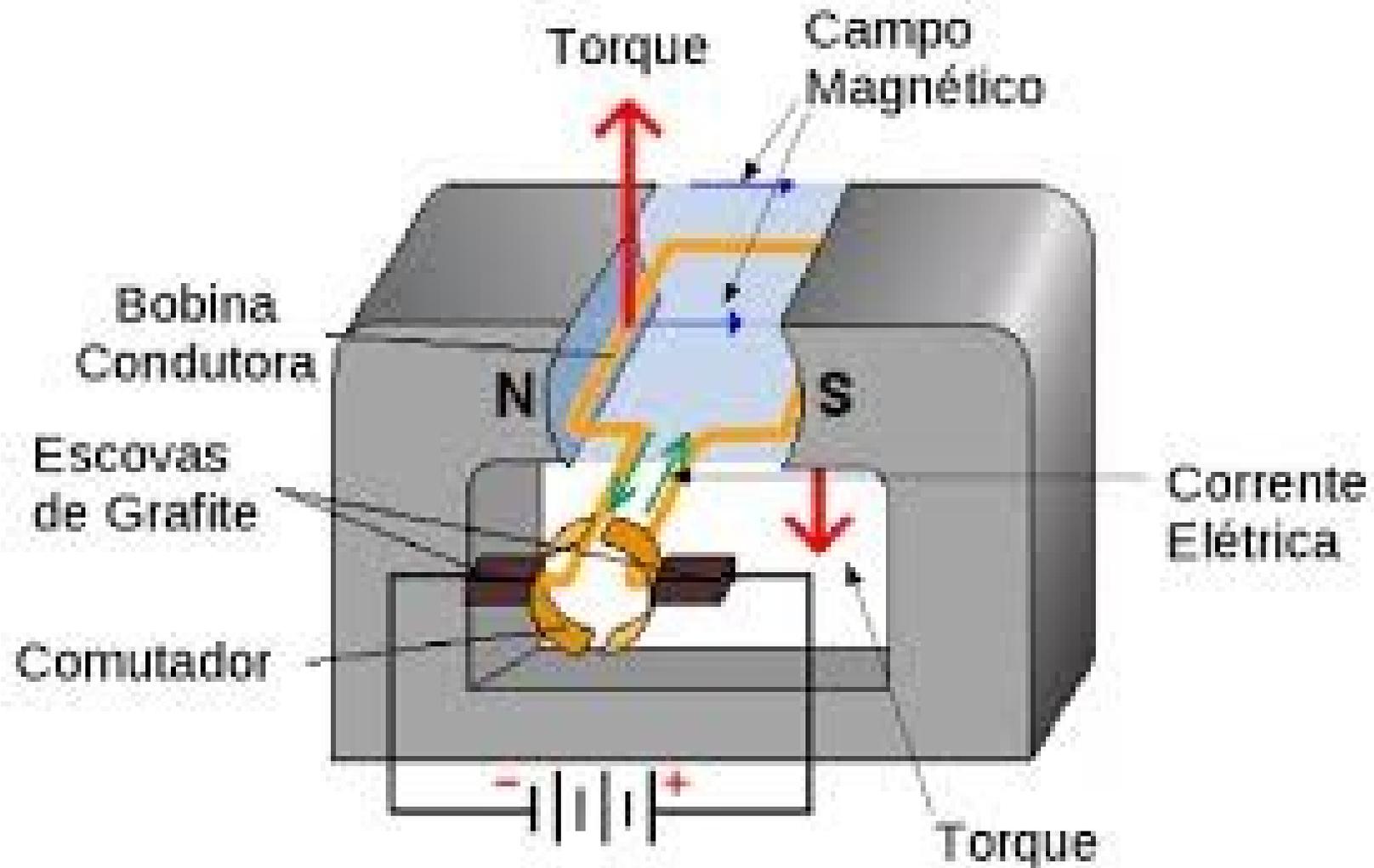


Motores Eléctricos



O
sentido
da força
está
correto?

Motores Eléctricos



Indução Eletromagnética

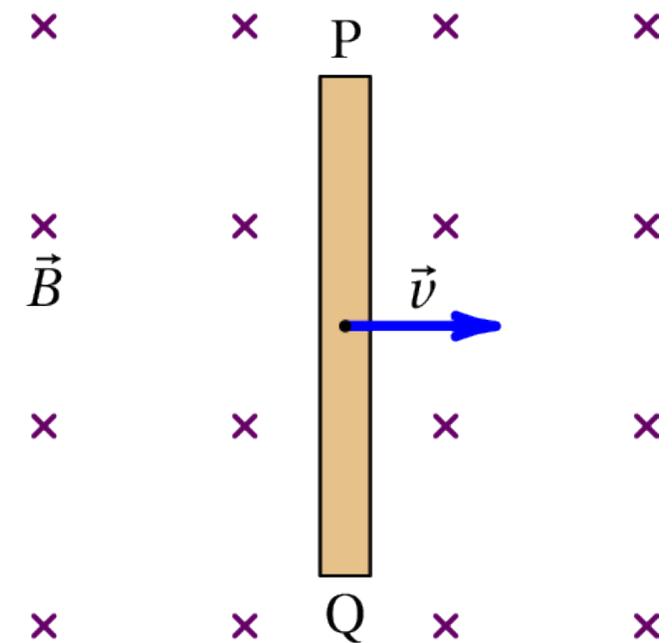
- O que acontece quando um condutor se desloca em um Campo Magnético?

$$\mathbf{F}_{el} = \mathbf{F}_{mag}$$

$$q \cdot \mathbf{E} = q \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{B}$$

$$\frac{U}{l} = \mathbf{v} \cdot \mathbf{B}$$

$$U = \varepsilon = B \cdot l \cdot v$$



f.e.m
induzida

ITA 2016 - fechada

Questão 11. Um líquido condutor (metal fundido) flui no interior de duas chapas metálicas paralelas, interdistantes de 2,0 cm, formando um capacitor plano, conforme a figura. Toda essa região interna está submetida a um campo homogêneo de indução magnética de 0,01 T, paralelo aos planos das chapas, atuando perpendicularmente à direção da velocidade do escoamento. Assinale a opção com o módulo dessa velocidade quando a diferença de potencial medida entre as placas for de 0,40 mV.

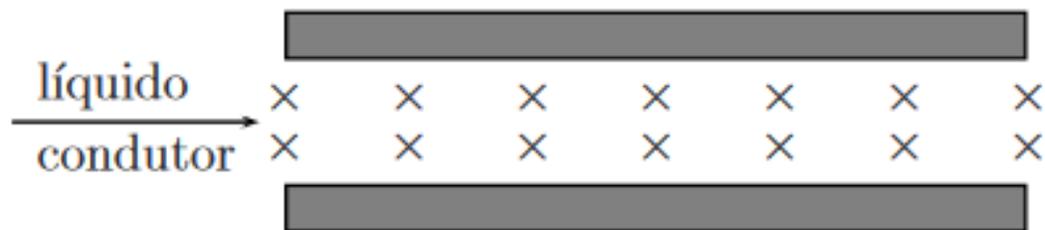
A () 2 cm/s

B () 3 cm/s

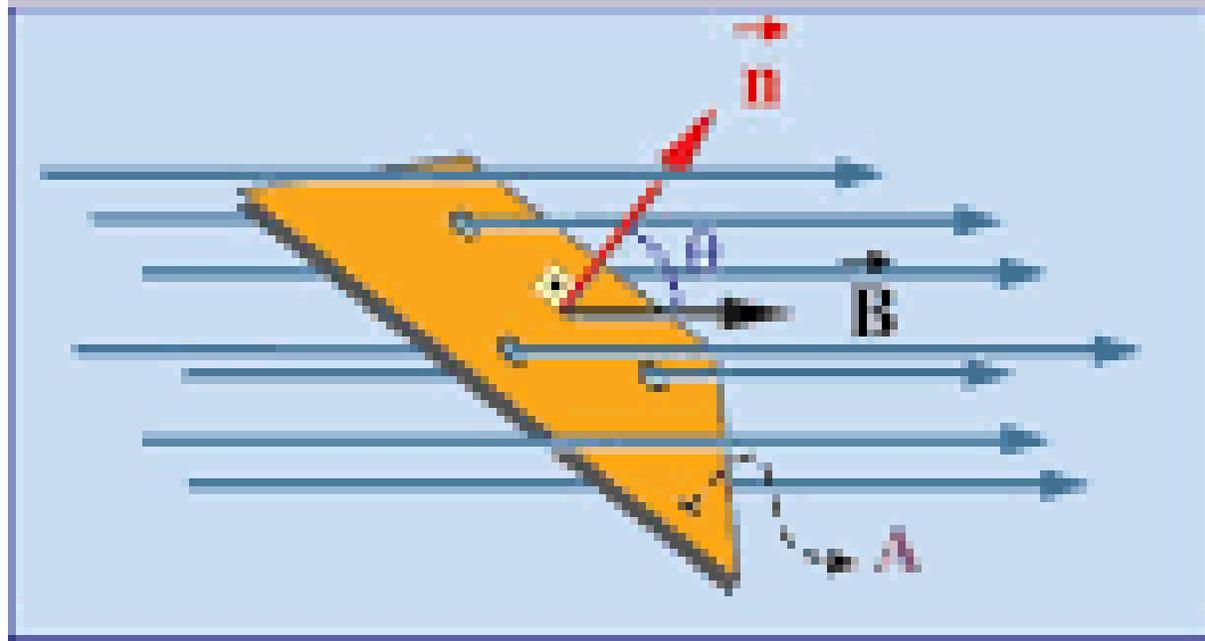
C () 1 m/s

D () 2 m/s

E () 5 m/s



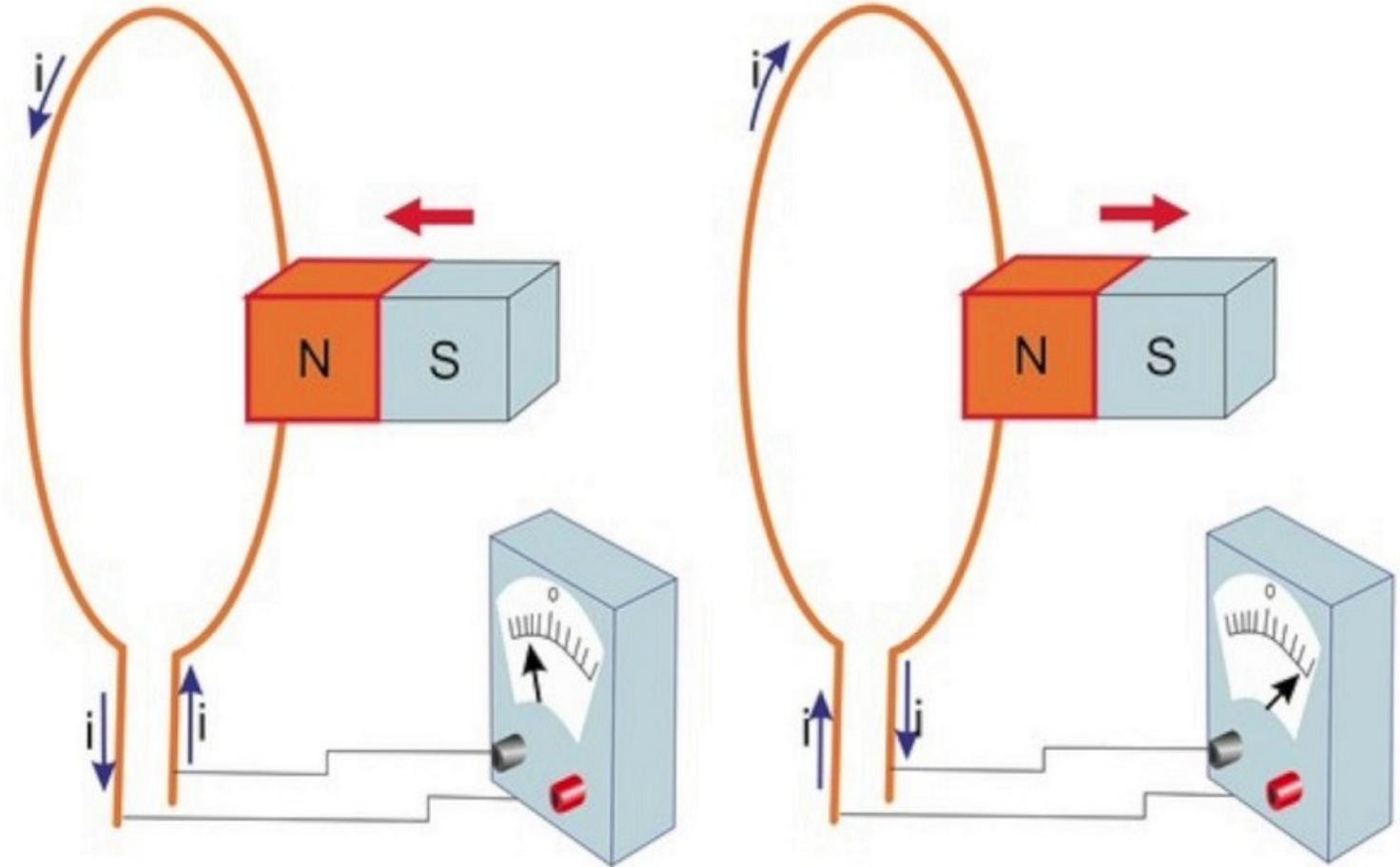
Fluxo Magnético por uma espira



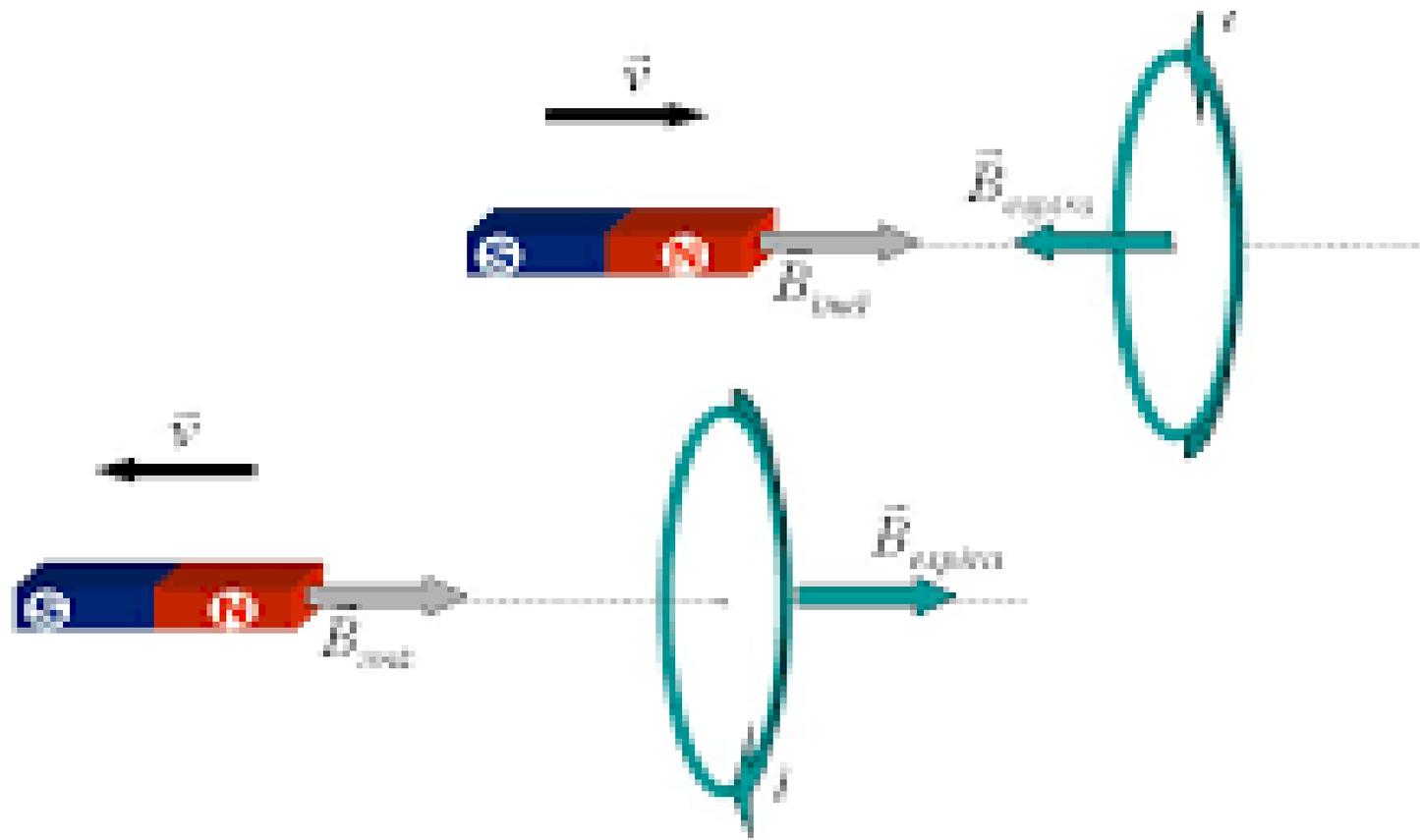
$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

Lei de Faraday

$$\mathcal{E} \equiv - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$



Lei de Lenz



ITA 2017 - aberta

Questão 21. Em queda livre a partir do repouso, um ímã atravessa longitudinalmente o interior de um tubo de plástico, sem tocar-lhe as paredes, durante um intervalo de tempo Δt . Caso este tubo fosse de metal, o tempo para essa travessia seria maior, igual ou menor que Δt ? Justifique sua resposta.

ITA 2016 - fechada

Questão 19. Uma bobina metálica circular de raio r , com N espiras e resistência elétrica R , é atravessada por um campo de indução magnética de intensidade B . Se o raio da bobina é aumentado de uma fração $\Delta r \ll r$, num intervalo de tempo Δt , e desconsiderando as perdas, a máxima corrente induzida será de

A () $2\pi N B r \Delta r / (R \Delta t)$.

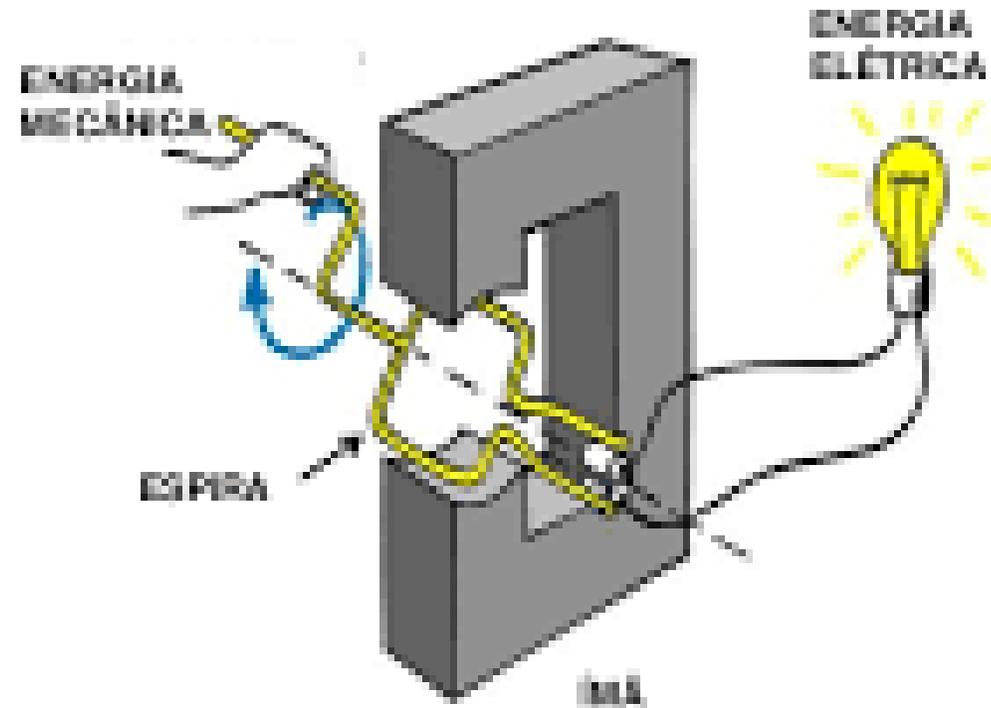
D () $2\pi N B r \Delta r / (R^2 \Delta t)$.

B () $2\pi N B r \Delta r^2 / (R \Delta t)$.

E () $2\pi N B r \Delta r / (R \Delta t^2)$.

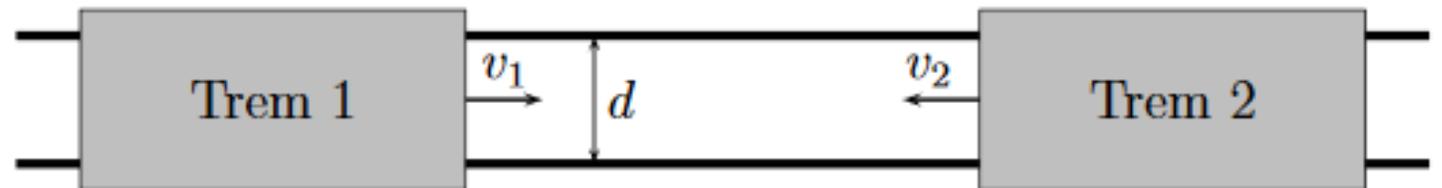
C () $2\pi N B^2 r \Delta r / (R \Delta t)$.

Geradores Mecânicos \square Elétricos



ITA 2018 - aberta

Questão 25. Na figura, os dois trens se aproximam, um com velocidade constante $v_1 = 108 \text{ km/h}$ e o outro com velocidade também constante $v_2 = 144 \text{ km/h}$. Considere os trens condutores perfeitos e os trilhos interdistantes de $d = 2,0 \text{ m}$, com resistência elétrica por unidade de comprimento igual a $0,10 \Omega/\text{km}$. Sabendo que em $t = 0$ os trens estão a 10 km de distância entre si e que o componente vertical local do campo magnético da Terra é $B = 5,0 \times 10^{-5} \text{ T}$, determine a corrente nos trilhos em função do tempo.



ITA 2019 - 1ª fase

Questão 12. A figura mostra uma espira circular, de raio a e resistência R , com centro situado sobre o eixo de um solenóide muito longo, com n voltas por unidade de comprimento e raio b ($b < a$). No instante inicial, $t = 0$, o eixo do solenóide encontra-se perpendicular ao plano da espira, que oscila segundo a expressão $\theta = \theta_{max} \text{sen}(\omega t)$, em que ω é a frequência angular do movimento. Se a corrente que passa pelo solenóide cresce linearmente com o tempo, conforme $I = Kt$, e sendo μ_0 a permeabilidade magnética do vácuo, então a intensidade da corrente elétrica induzida na espira é

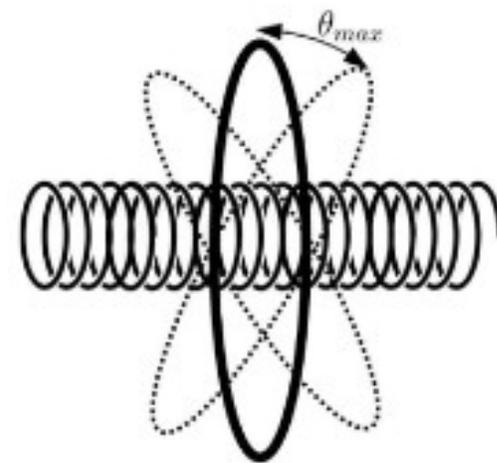
A () $\frac{\mu_0 n K \pi a^2}{R}$.

D () $\frac{\mu_0 n K \omega t \theta_{max} \pi b^2}{R} |\cos(\omega t)|$.

B () $\frac{\mu_0 n K \pi b^2}{R}$.

E () 0.

C () $\frac{\mu_0 n K \omega t \theta_{max} \pi b^2}{R} |\text{sen}(\omega t)|$.



ITA 2020 - 1ª fase

Questão 10. Ao redor de um cilindro de massa m , raio a e comprimento b , são enroladas simétrica e longitudinalmente N espiras. Estas são dispostas paralelamente a um plano inclinado onde se encontra um cilindro, que não desliza devido ao atrito com a superfície do plano. Considerando a existência de um campo magnético uniforme e vertical \vec{B} na região, assinale a intensidade da corrente i que deve circular nas espiras para que o conjunto permaneça em repouso na posição indicada pela figura.

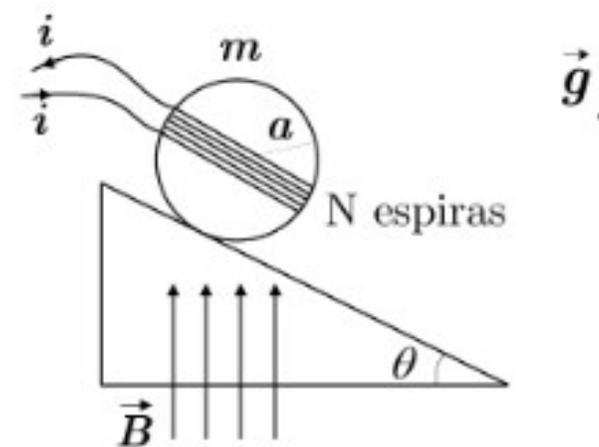
A () $\frac{mg}{2bB}$.

B () $\frac{Nmg}{2aB}$.

C () $\frac{Nmg}{bB}$.

D () $\frac{mg}{2aBN}$.

E () $\frac{mg}{2bBN}$.



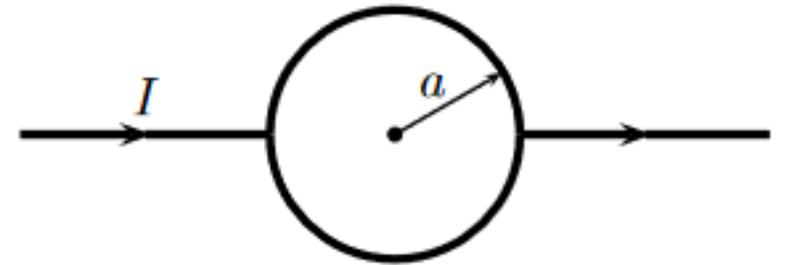
ITA 2019 - 1ª fase

Questão 10. Seja uma partícula de massa m e carga positiva q , imersa em um campo magnético uniforme \vec{B} , com velocidade inicial \vec{v} no instante de tempo $t = 0$. Sabe-se que θ é o ângulo entre \vec{v} e \vec{B} , cujos respectivos módulos são v e B . Pode-se afirmar que a distância mínima percorrida pela partícula até que sua velocidade readquirira a mesma direção e sentido iniciais é dada por

A () $\pi \frac{mv}{qB} \cos \theta$. **B** () $2\pi \frac{mv}{qB} \cos \theta$. **C** () $2\pi \frac{mv}{qB} \sin \theta$. **D** () $\pi \frac{mv}{qB}$. **E** () $2\pi \frac{mv}{qB}$.

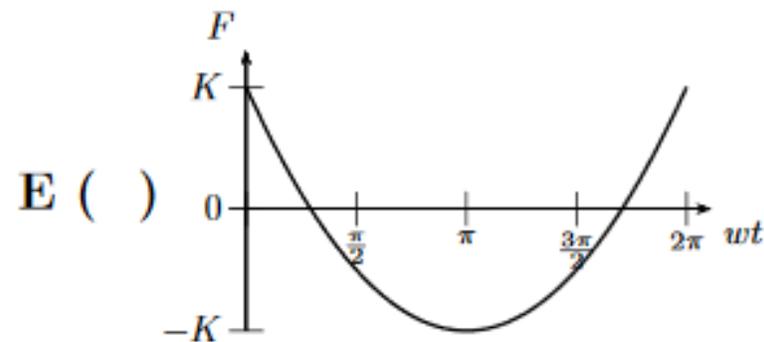
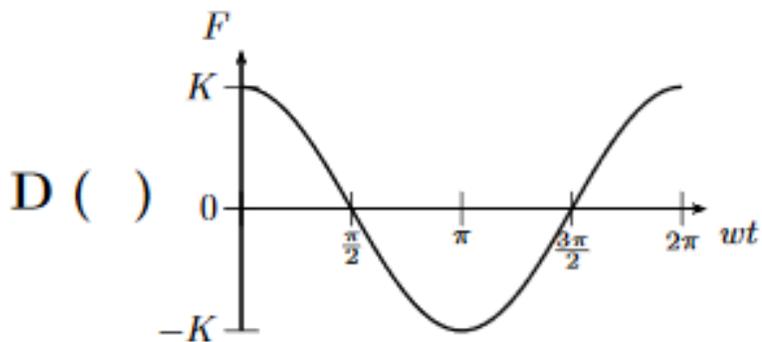
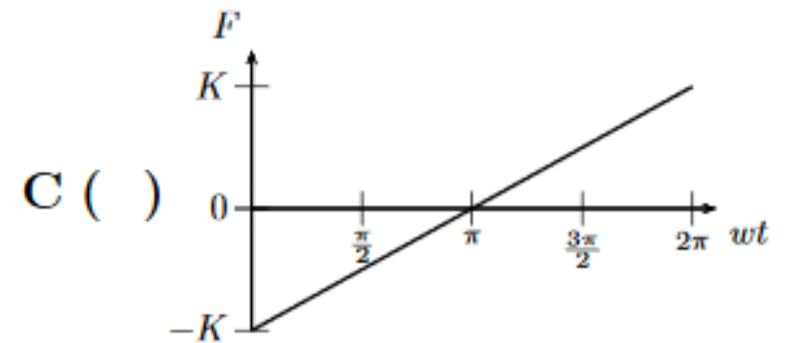
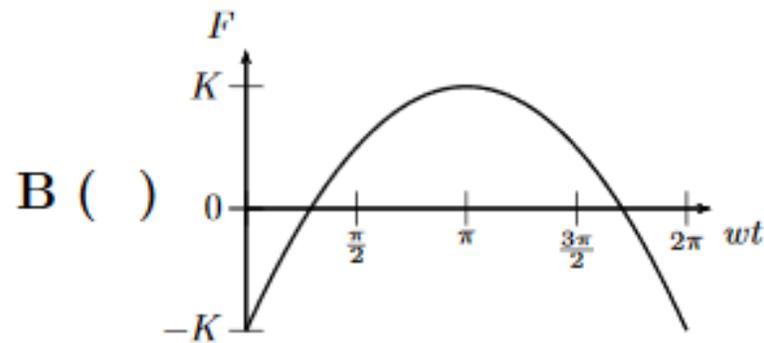
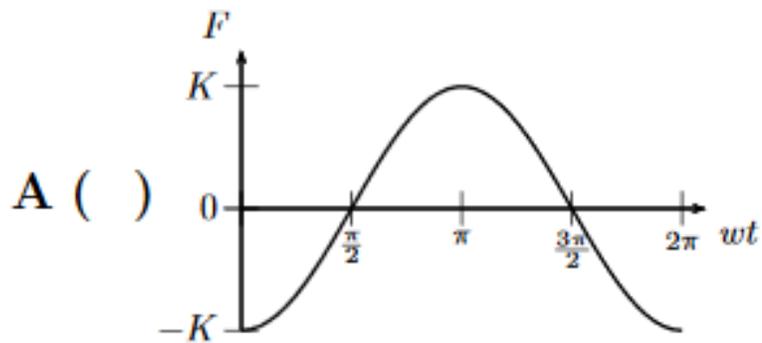
ITA 2018 - aberta

Questão 30. A figura mostra um fio por onde passa uma corrente I conectado a uma espira circular de raio a . A semicircunferência superior tem resistência igual a $2R$ e a inferior, igual a R . Encontre a expressão para o campo magnético no centro da espira em termos da corrente I .



ITA 2018 - fechada

Questão 18. Dois fios longos de comprimento L conduzem correntes iguais, I . O primeiro fio é fixo no eixo x do sistema de referência enquanto o segundo gira lentamente com frequência angular ω num plano paralelo ao plano xy , com seu ponto médio fixo em $z = d$, sendo $d > 0$. Supondo que os dois fios sejam paralelos com correntes no mesmo sentido em $t = 0$, e definindo $K = \mu_0 I^2 L / (2\pi d)$, assinale a opção com a figura que melhor representa a dependência temporal da força F que o fio fixo exerce sobre o outro.



ITA 2018 - fechada

Questão 9. Uma massa m de carga q gira em órbita circular de raio R e período T no plano equatorial de um ímã. Nesse plano, a uma distância r do ímã, a intensidade do campo magnético é $B(r) = \mu/r^3$, em que μ é uma constante. Se fosse de $4R$ o raio dessa órbita, o período seria de

A () $T/2$.

B () $2T$.

C () $8T$.

D () $32T$.

E () $64T$.

ITA 2017 - fechada

Questão 13. Uma carga q de massa m é solta do repouso num campo gravitacional g onde também atua um campo de indução magnética uniforme de intensidade B na horizontal. Assinale a opção que fornece a altura percorrida pela massa desde o repouso até o ponto mais baixo de sua trajetória, onde ela fica sujeita a uma aceleração igual e oposta à que tinha no início.

A () $g(m/qB)^2$

C () $2g(m/qB)^2$

E () $g(m/qB)^2/2$

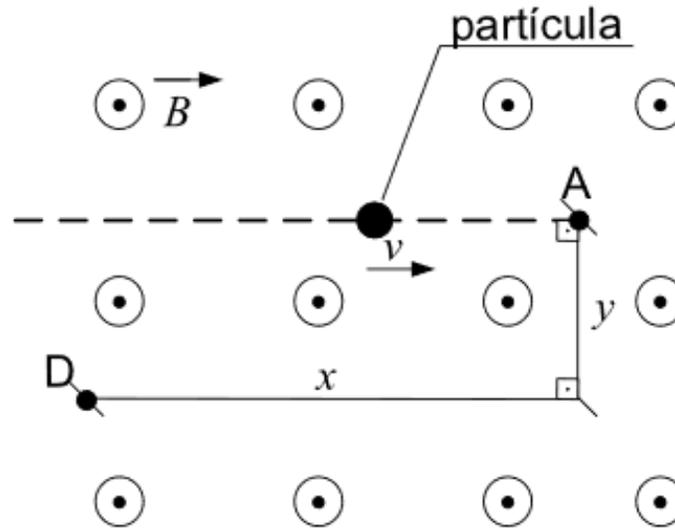
B () $g(qB/m)^2$

D () $2g(qB/m)^2$

ITA 2017 - aberta

Questão 29. Num ponto de coordenadas $(0,0,0)$ atua na direção x um campo de indução magnética com $2 \times 10^{-5} \text{T}$ de intensidade. No espaço em torno deste ponto coloca-se um fio retilíneo, onde flui uma corrente de 5 A, acarretando nesse ponto um campo de indução magnética resultante de $2\sqrt{3} \times 10^{-5} \text{T}$ na direção y . Determine o lugar geométrico dos pontos de intersecção do fio com o plano xy .

IME 19-20 - 1ª fase



Uma partícula de massa m e carga elétrica $+q$ percorre a trajetória tracejada na figura em velocidade constante v . No instante em que a partícula alcança o ponto A, surge um campo magnético uniforme com intensidade constante B , emergindo do plano do papel. A intensidade do campo magnético B para que a partícula alcance o ponto D na continuação de sua trajetória é:

(A) $\frac{(x^2+y^2)mv}{2xq}$

(C) $\frac{2xmv}{(x^2+y^2)q}$

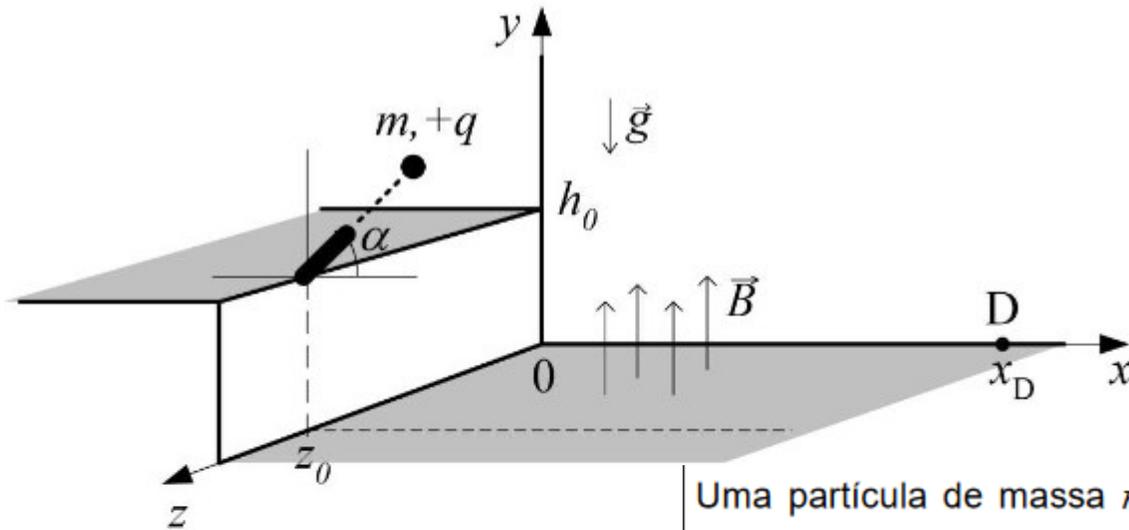
(E) $\frac{(x^2+y^2)mv}{2yq}$

(B) $\frac{2ymv}{(x^2+y^2)q}$

(D) $\frac{2xq}{(x^2+y^2)mv}$

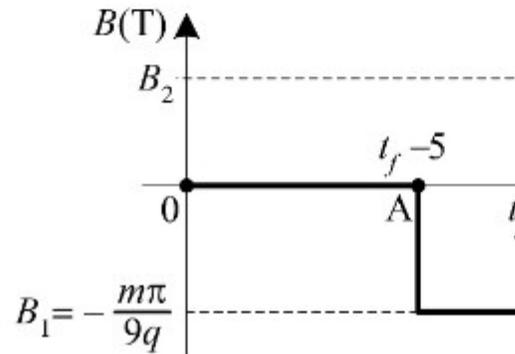
IME 19-20

- 2ª fase



Dados:

- plano de lançamento da partícula $z = z_0 = \frac{225\sqrt{3}}{\pi}$ m;
- aceleração da gravidade: $g = 10$ m/s²;
- velocidade inicial: $v_0 = 100$ m/s;
- ângulo de lançamento da partícula: $\alpha = 30^\circ$;
- altura inicial da partícula: $h_0 = 280$ m.



Uma partícula de massa m e carga elétrica positiva $+q$, a $t = 0$, no plano $z = z_0$, a uma velocidade inicial v_0 a parâmetro determinado instante de sua trajetória, a partícula é submetida a um campo magnético uniforme $\vec{B} = (0, B, 0)$, cuja intensidade varia ao longo do tempo de acordo com o gráfico. Sabendo que t_f representa o instante em que a partícula encerra seu movimento no ponto D de coordenadas $(x_D, 0, 0)$, ao atingir o plano xz ; que A e C designam as posições da partícula, respectivamente, em $t = t_f - 5$ s e $t = t_f - 2$ s; e que a resistência do ar pode ser desprezada, responda o que se pede:

- faça um esboço do gráfico da altura y da partícula *versus* o tempo t , desde seu lançamento até alcançar o ponto D , explicitando a altura máxima alcançada, a do ponto A e a do ponto C , com os correspondentes tempos; e
- determine as coordenadas x_C e z_C do ponto C .

IME 18-19 - 1ª fase

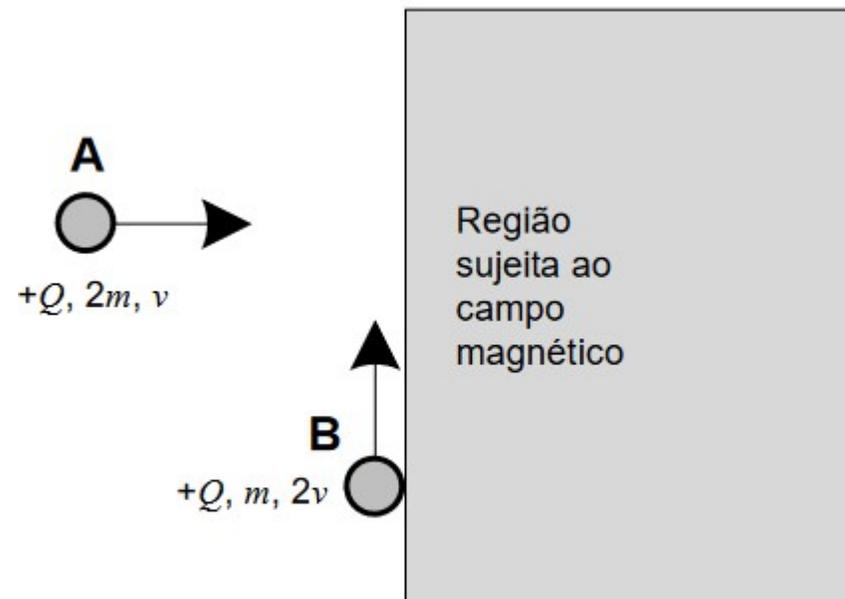


Figura 1

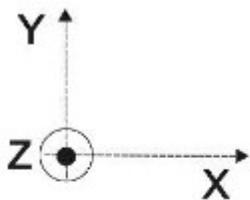


Figura 2

Duas partículas A e B, ambas com carga positiva $+Q$ e massas $2m$ e m , respectivamente, viajam, em velocidades constantes v e $2v$ e nas direções e sentidos mostrados na Figura 1, até se chocarem e ficarem grudadas no instante em que penetram numa região sujeita a um campo magnético constante $(0, 0, B)$, sendo B uma constante positiva. O comprimento da trajetória percorrida pelo conjunto A+B dentro da região sujeita ao campo magnético é:

Observações:

- despreze o efeito gravitacional;
- antes do choque, a partícula B viaja tangenciando a região sujeita ao campo magnético;
- o sistema de eixo adotado é o mostrado na Figura 2; e
- despreze a interação elétrica entre as partículas A e B.

(A) $\frac{3\sqrt{2}\pi m v}{2QB}$

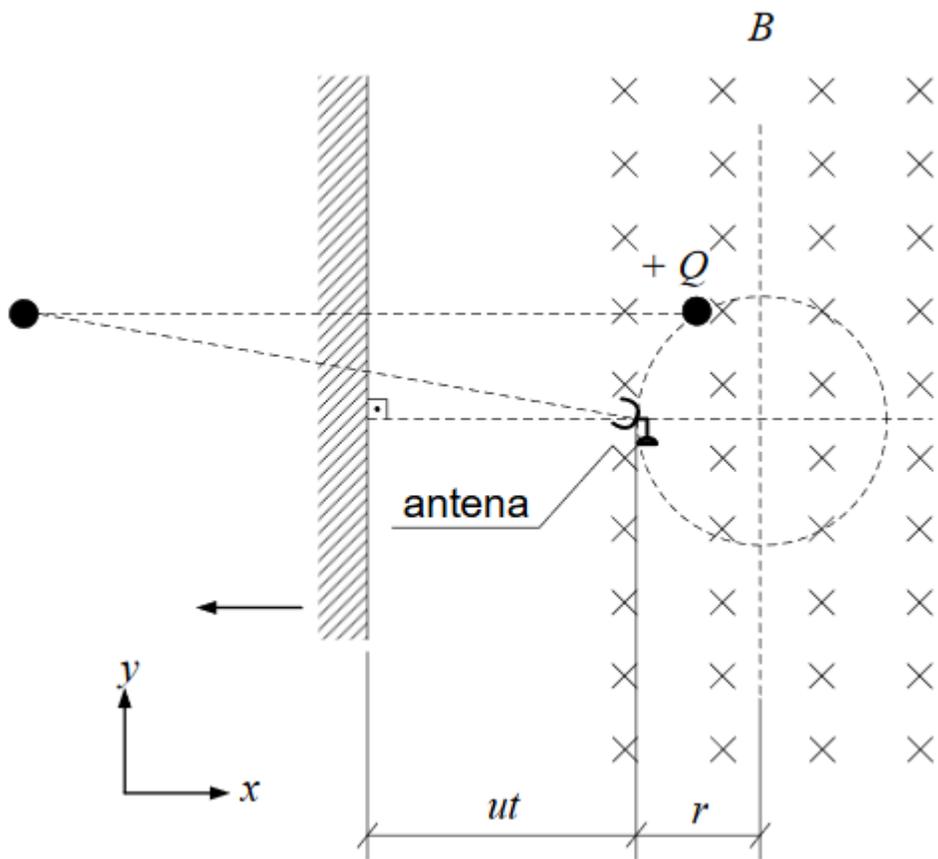
(B) $\frac{\sqrt{2}\pi m v}{QB}$

(C) $\frac{3\sqrt{2}\pi m v}{QB}$

(D) $\frac{3\pi m v}{2QB}$

(E) $\frac{\sqrt{2}\pi m v}{2QB}$

IME 18-19 - 2ª fase



Uma partícula carregada efetua um movimento circular na região onde há um campo magnético, conforme mostra a figura. Durante todo o movimento, uma antena situada no ponto mais à esquerda da trajetória acompanha rigorosamente a imagem da partícula refletida em um espelho plano, que se desloca para a esquerda em velocidade constante, conforme mostra a figura. Em função do tempo t e dos dados da questão, determine:

- as componentes x e y da posição da imagem da partícula em relação à antena;
- as componentes x e y da velocidade da imagem da partícula; e
- a velocidade angular da antena, a partir dos resultados obtidos nos itens anteriores.

Considerações:

- no instante $t = 0$, a partícula está no ponto mais à direita da trajetória;
- no instante $t = 0$, o espelho parte da posição onde está situada a antena; e
- despreze o efeito gravitacional.

Dados:

- carga da partícula: $+Q$;
- massa da partícula: m ;
- módulo da velocidade do espelho: u ;
- módulo da densidade de campo magnético da região: B ; e
- raio da trajetória: r .

IME 17-18 - 1ª fase

Uma partícula elétrica de carga unitária, dotada de massa e inicialmente parada, sofre a ação de um impulso, entrando imediatamente em uma região do espaço na qual o campo magnético é uniforme, passando a realizar um movimento no sistema de coordenadas XYZ , descrito pelas seguintes funções do tempo t :

$$\begin{cases} x(t) = 3 \operatorname{sen}(2t) \\ y(t) = 8t \\ z(t) = 3 \operatorname{cos}(2t) \end{cases}$$

Considerando todas as grandezas no Sistema Internacional de Unidades, o módulo do campo magnético é:

Dado:

- impulso: 10.

Observação:

- despreze a força gravitacional.

- (A) 1,00
- (B) 1,50
- (C) 2,00
- (D) 3,00
- (E) 4,00

IME 17-18 - 2ª fase - 1

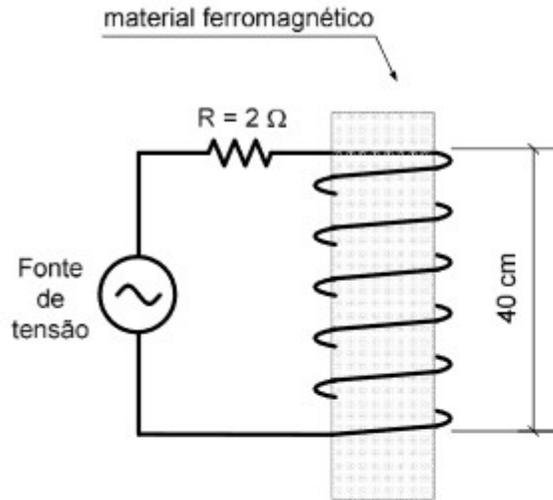


Figura 1

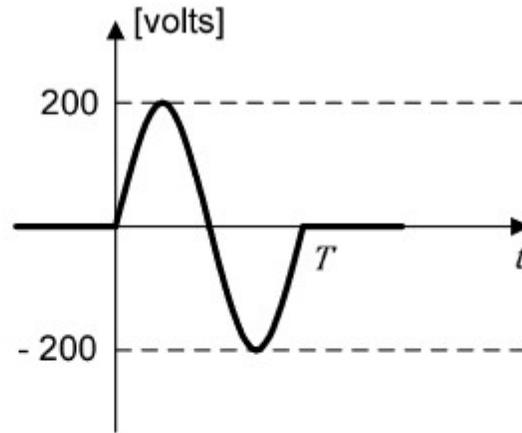


Figura 2

A Figura 1 mostra um material ferromagnético envolto por um solenóide, ao qual é aplicado o pulso de tensão senoidal de duração T , conforme mostrado na Figura 2. O pulso produz um aquecimento no material ferromagnético, cuja energia, em joules, é dada por:

$$E = 140 \left(\frac{B_{max}}{T} \right)^2$$

- onde:
- energia de aquecimento: E ;
 - duração do pulso de tensão senoidal aplicado ao solenóide: T ;
 - densidade máxima do fluxo magnético: B_{max} .

IME 17-18 - 2ª fase - 2

A energia proveniente do aquecimento do material ferromagnético é usada para aquecer 15 L de água de 20 °C para 100 °C, sendo que o rendimento desse processo de transferência de calor é 90%.

De acordo com os dados do problema, determine:

- a) a densidade máxima do fluxo magnético B_{max} ;
- b) a energia produzida no aquecimento do material ferromagnético E ;
- c) a duração do pulso de tensão senoidal T .

Dados:

- comprimento do solenóide: 40 cm;
- número de espiras do solenóide: 2.000 espiras;
- calor específico da água: $1 \frac{\text{cal}}{\text{g } ^\circ\text{C}}$;
- 1 cal = 4,2 J; e
- permeabilidade magnética do material ferromagnético: $20 \times 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A.m}}$.

Considerações:

- o comprimento do solenóide é consideravelmente maior que seu raio interno; e
- despreze o efeito indutivo do solenóide.