



**Estratégia**  
Militares

**EXTENSIVO 2023**



**RESOLUÇÃO DE QUESTÕES**

MAGNETISMO II



**Prof. Vinícius Fulconi**

NÍVEL 2

## SUMÁRIO

<b>1. LISTA DE EXERCÍCIOS</b>	<b>3</b>
<b>2. GABARITO SEM COMENTÁRIOS</b>	<b>27</b>
<b>3. LISTA DE EXERCÍCIOS COMENTADA</b>	<b>29</b>

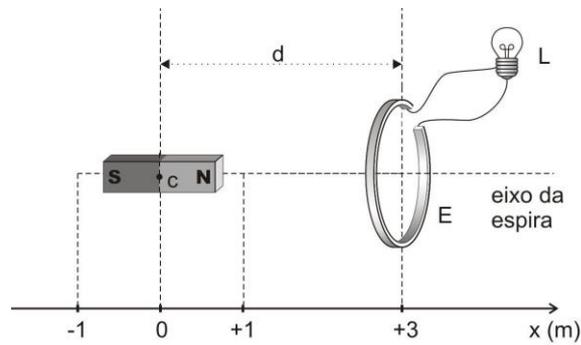




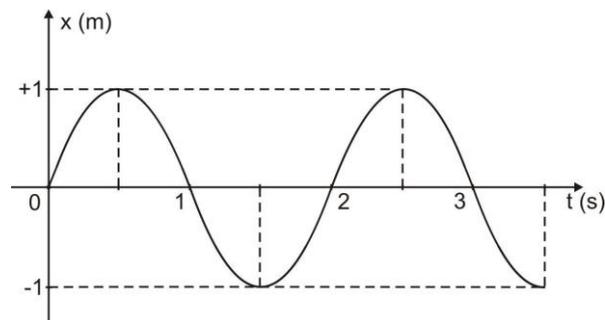
## 1. LISTA DE EXERCÍCIOS

### 1. (AFA – 2020)

Considere que a intensidade do campo magnético gerado por um ímã em forma de barra varia na razão inversa do quadrado da distância  $d$  entre o centro  $C$  deste ímã e o centro de uma espira condutora  $E$ , ligada a uma lâmpada  $L$ , conforme ilustrado na figura abaixo.



A partir do instante  $t_0 = 0$ , o ímã é movimentado para a direita e para a esquerda de tal maneira que o seu centro  $C$  passa a descrever um movimento harmônico simples indicado abaixo pelo gráfico da posição ( $x$ ) em função do tempo ( $t$ ).



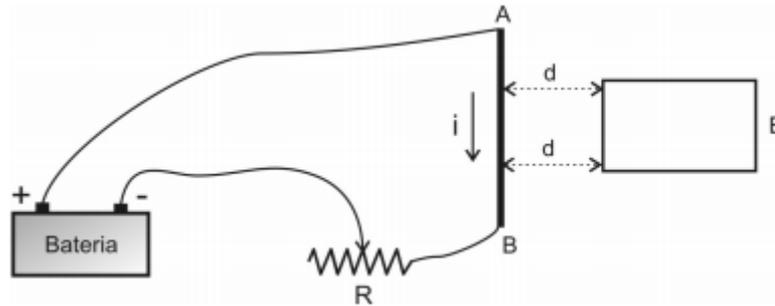
Durante o movimento desse ímã, verifica-se que a luminosidade da lâmpada  $L$

- aumenta à medida que o centro  $C$  do ímã se move da posição  $x = -1$  até  $x = +1$  m
- diminui entre os instantes  $t = \frac{n}{2}T$  e  $t' = \frac{(n+1)}{2}T$ , onde  $T$  é o período do movimento e  $n$  é ímpar.
- é nula quando o centro  $C$  do ímã está na posição  $x = \pm 1$  m.
- é mínima nos instantes  $t = \frac{m}{4}T$ , onde  $T$  é o período do movimento e  $m$  é um número par.



**2. (AFA – 2019)**

Uma espira condutora E está em repouso próxima a um fio retilíneo longo AB de um circuito elétrico constituído de uma bateria e de um reostato R, onde flui uma corrente  $i$ , conforme ilustrado na figura abaixo.



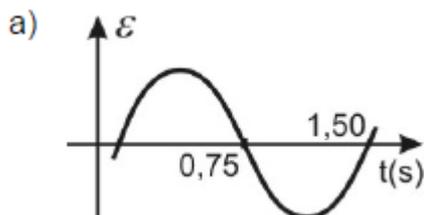
Considerando exclusivamente os efeitos eletromagnéticos, pode-se afirmar que a espira será

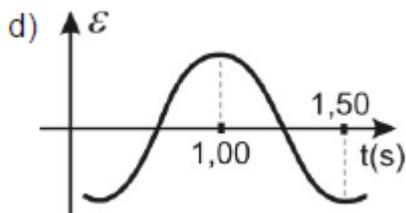
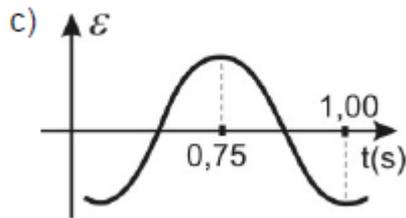
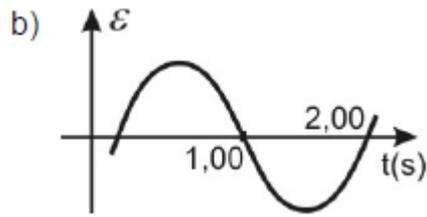
- a) repelida pelo fio AB se a resistência elétrica do reostato aumentar.
- b) atraída pelo fio AB se a resistência elétrica do reostato aumentar.
- c) sempre atraída pelo fio AB independentemente de a resistência elétrica do reostato aumentar ou diminuir.
- d) deslocada paralelamente ao fio AB independentemente de a resistência elétrica do reostato aumentar ou diminuir.

**3. (AFA – 2018)**

Os carregadores de bateria sem fio de smartphones, também conhecidos como carregadores wireless, são dispositivos compostos de bobina e ligados à rede elétrica, que carregam as baterias dos aparelhos apenas pela proximidade, através do fenômeno de indução eletromagnética. Para isso, o smartphone deve ser apto à referida tecnologia, ou seja, também possuir uma bobina, para que nela surja uma força eletromotriz induzida que carregará a bateria.

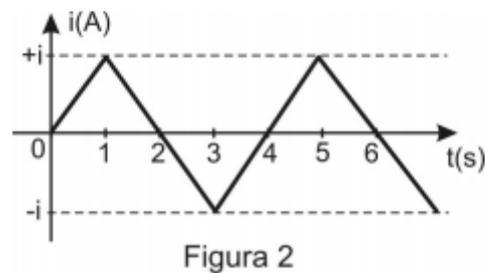
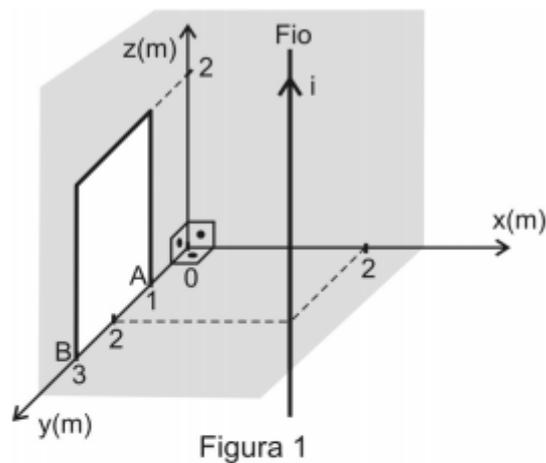
Se na bobina de um carregador (indutora), paralela e concêntrica com a bobina de um smartphone (induzida), passa uma corrente  $i = 2\text{sen}(4\pi t)$ , com  $t$  em segundos, o gráfico que melhor representa a força eletromotriz induzida ( $\varepsilon$ ) na bobina do smartphone, em função do tempo ( $t$ ) é





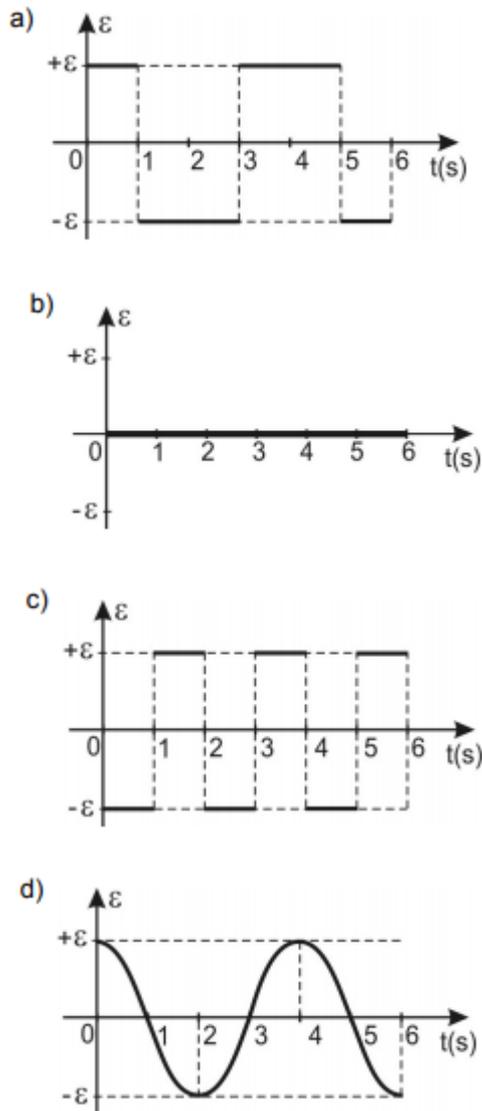
4. (AFA – 2017)

A Figura 1 mostra uma espira quadrada, feita de material condutor, contida num plano  $zy$ , e um fio condutor retilíneo e muito longo, paralelo ao eixo  $z$ , sendo percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , dada pelo gráfico da Figura 2.



A partir da análise das Figuras 1 e 2, pode-se afirmar que o gráfico que melhor representa a fem induzida  $\epsilon$  entre os pontos A e B é

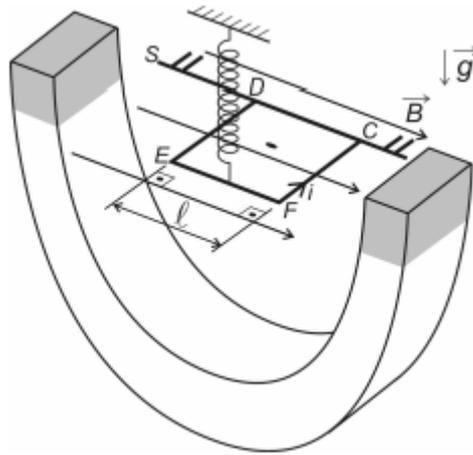




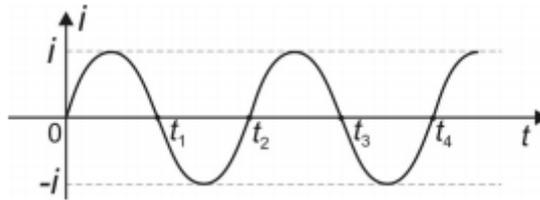
5. (AFA – 2016)

O lado  $EF$  de uma espira condutora quadrada indeformável, de massa  $m$ , é preso a uma mola ideal e não condutora, de constante elástica  $K$ . Na posição de equilíbrio, o plano da espira fica paralelo ao campo magnético  $\vec{B}$  gerado por um ímã em forma de  $U$ , conforme ilustra a figura abaixo.





O lado CD é pivotado e pode girar livremente em torno do suporte S, que é posicionado paralelamente às linhas de indução do campo magnético. Considere que a espira é percorrida por uma corrente elétrica  $i$ , cuja intensidade varia senoidalmente, em função do tempo  $t$ , conforme indicado no gráfico abaixo.



Nessas condições, pode-se afirmar que a

- espira oscilará em MHS, com frequência igual a  $\frac{1}{t_2}$
- espira permanecerá na sua posição original de equilíbrio
- mola apresentará uma deformação máxima dada por  $\frac{Bil}{mgK}$
- mola apresentará uma deformação máxima dada por  $\frac{Bil + mg}{K}$

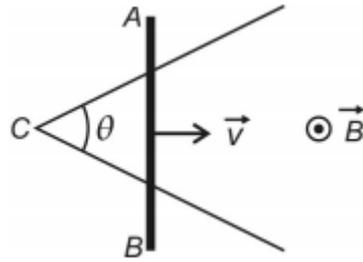
### 6. (AFA – 2016)

Numa região onde atua um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  vertical, fixam-se dois trilhos retos e homogêneos, na horizontal, de tal forma que suas extremidades ficam unidas formando entre si um ângulo.

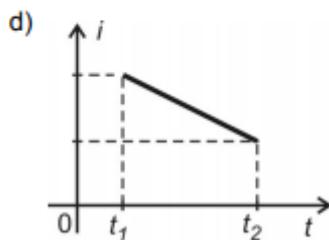
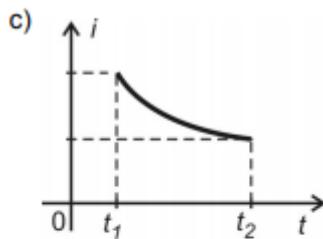
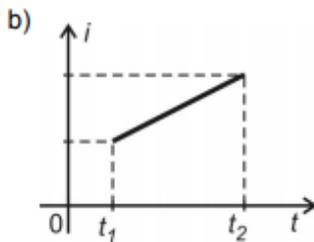
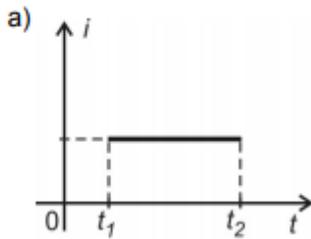
Uma barra condutora  $AB$ , de resistência elétrica desprezível, em contato com os trilhos, forma um triângulo isósceles com eles e se move para a direita com velocidade

constante  $\vec{V}$ , a partir do vértice  $C$  no instante  $t_0 = 0$ , conforme ilustra a figura abaixo.





Sabendo-se que a resistividade do material dos trilhos não varia com a temperatura, o gráfico que melhor representa a intensidade da corrente elétrica  $i$  que se estabelece neste circuito, entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$ , é

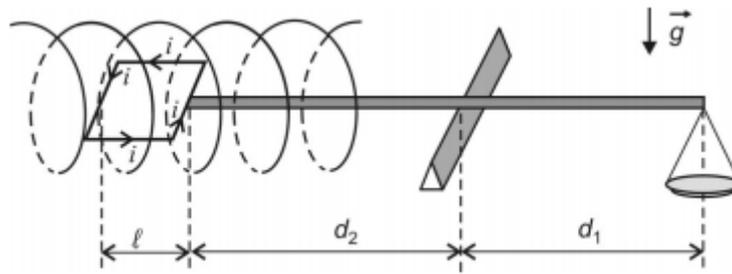


### 7. (AFA – 2015)

Desejando-se determinar a intensidade do campo magnético no interior de um solenóide longo percorrido por uma corrente elétrica constante, um professor de física construiu um aparato experimental que consistia, além do solenóide, de uma balança de braços isolantes e



iguais a  $d_1$  e  $d_2$ , sendo que o prato em uma das extremidades foi substituído por uma espira quadrada de lado  $l$ , conforme indicado na figura abaixo.

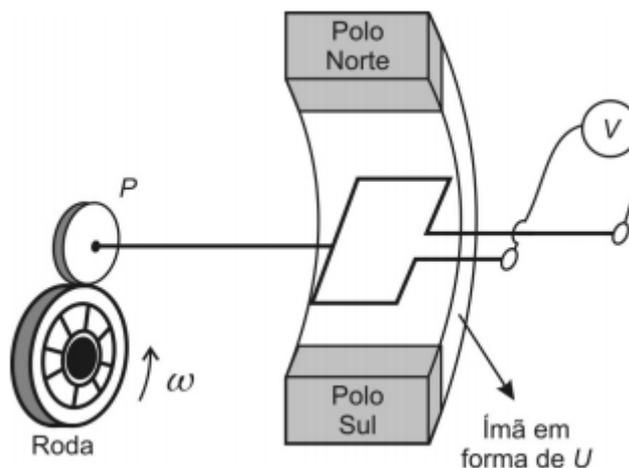


Quando não circula corrente na espira, a balança se encontra em equilíbrio e o plano da espira está na horizontal. Ao fazer passar pela espira uma corrente elétrica constante  $i$ , o equilíbrio da balança é restabelecido ao colocar no prato uma massa  $m$ . Sendo  $g$  o módulo do campo gravitacional local, o campo magnético no interior do solenoide é dado pela expressão:

- a)  $\frac{mgd_1 + i(l + d_2)}{l + d_2}$
- b)  $\frac{mgd_1 i}{l(d_2 + l)}$
- c)  $\frac{mg(d_1 + d_2)}{il^2 d_2}$
- d)  $\frac{mgd_1}{il^2}$

**8. (AFA – 2015)**

A figura a seguir representa um dispositivo usado para medir a velocidade angular  $\omega$  de uma roda, constituída de material eletricamente isolante.



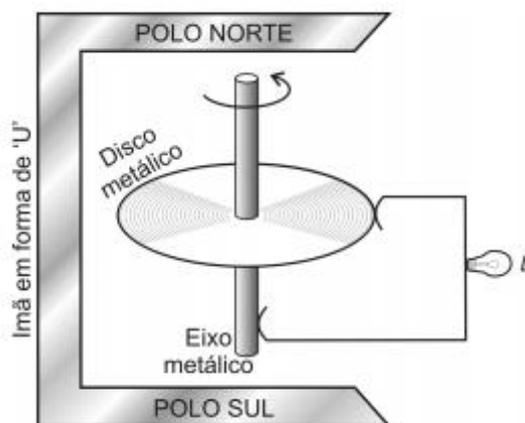
Este dispositivo é constituído por uma espira condutora de área  $0,5 \text{ m}^2$  e imersa dentro de um campo magnético uniforme  $B$  de intensidade  $1,0 \text{ T}$ . A espira gira devido ao contato da polia  $P$  com a roda em que se deseja medir a velocidade angular  $\omega$ . A espira é ligada a um voltímetro ideal  $V$  que indica, em cada instante  $t$ , a voltagem nos terminais dela. Considerando que não há deslizamento entre a roda e a polia  $P$  e sabendo-se que o voltímetro indica uma tensão eficaz igual a  $10 \text{ V}$  e que a razão entre o raio da roda ( $R$ ) e o raio da polia ( $r$ ) é  $\frac{R}{r} = \sqrt{2}$  pode-se afirmar que  $\omega$ , em  $\text{rad/s}$ , é igual a



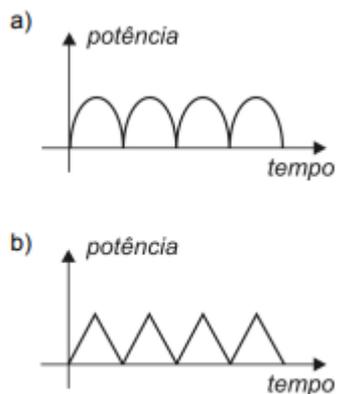
- a) 5
- b) 15
- c) 20
- d) 25

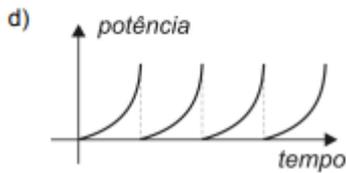
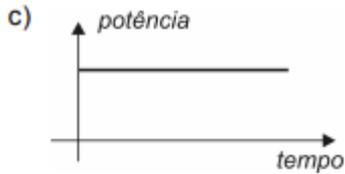
**9. (AFA – 2013)**

Um gerador homopolar consiste de um disco metálico que é posto a girar com velocidade angular constante em um campo magnético uniforme, cuja ação é extensiva a toda a área do disco, conforme ilustrado na figura abaixo.



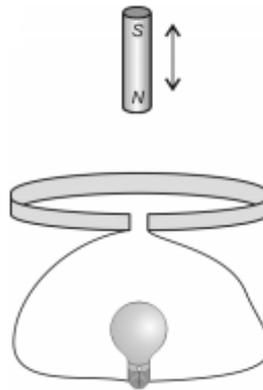
Ao conectar, entre a borda do disco e o eixo metálico de rotação, uma lâmpada  $L$  cuja resistência elétrica tem comportamento ôhmico, a potência dissipada no seu filamento, em função do tempo, é melhor representada pelo gráfico





**10. (AFA – 2012)**

A figura a seguir mostra um ímã oscilando próximo a uma espira circular, constituída de material condutor, ligada a uma lâmpada.

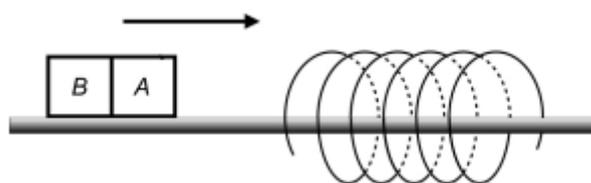


A resistência elétrica do conjunto espira, fios de ligação e lâmpada é igual a  $R$  e o ímã oscila em  $MHS$  com período igual a  $T$ . Nessas condições, o número de elétrons que atravessa o filamento da lâmpada, durante cada aproximação do ímã

- a) é diretamente proporcional a  $T$
- b) é diretamente proporcional a  $T^2$
- c) é inversamente proporcional a  $T$ .
- d) não depende de  $T$ .

**11. (AFA – 2011)**

A figura abaixo mostra um ímã  $AB$  se deslocando, no sentido indicado pela seta, sobre um trilho horizontal envolvido por uma bobina metálica fixa.

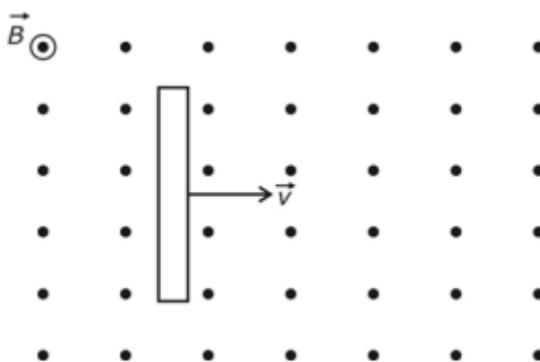


Nessas condições, é correto afirmar que, durante a aproximação do ímã, a bobina

- a) sempre o atrairá.
- b) sempre o repelirá.
- c) somente o atrairá se o pólo A for o Norte.
- d) somente o repelirá se o pólo A for o Sul.

**12. (AFA – 2010)**

Considere um campo magnético uniforme de intensidade  $B$  e um condutor metálico retilíneo deslocando-se com velocidade vetorial constante  $\vec{v}$ , perpendicularmente às linhas desse campo, conforme a figura abaixo.



Sobre a situação descrita acima, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A separação de cargas nas extremidades do condutor dá origem a um campo elétrico  $\vec{E}$  que exerce sobre os portadores de carga uma força elétrica  $\vec{F}_e$ .
- II. A força elétrica  $\vec{F}_e$ , que surge devido a separação de cargas no condutor, tende a equilibrar a ação da força magnética  $\vec{F}_m$  exercida pelo campo magnético uniforme
- III. O campo elétrico  $\vec{E}$ , que surge devido a separação de cargas no condutor, dá origem a uma força eletromotriz  $\varepsilon$ , que é a diferença de potencial nas extremidades do condutor.

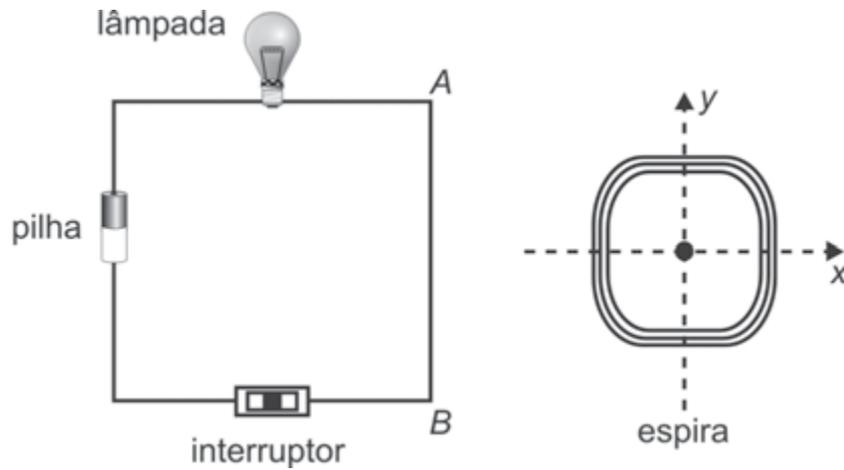
São corretas

- a) somente I e II
- b) somente I e III.
- c) somente II e III.
- d) I, II e III.

**13. (AFA – 2007)**

Uma espira condutora é colocada no mesmo plano e ao lado de um circuito constituído de uma pilha, de uma lâmpada e de um interruptor.



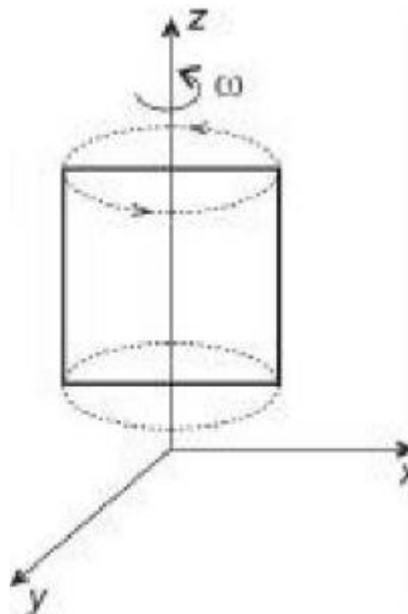


As alternativas a seguir apresentam situações em que, após o interruptor ser ligado, o condutor  $AB$  gera uma corrente elétrica induzida na espira, EXCETO

- a) desligar o interruptor.
- b) "queimar" a lâmpada.
- c) mover a espira na direção  $x$ .
- d) mover a espira na direção  $y$ .

**14. (AFA – 2006)**

A figura abaixo mostra uma espira condutora quadrada, de lado  $l = 0,1$  m, que gira com velocidade angular  $\omega$  constante em torno do eixo  $z$  num campo magnético uniforme de intensidade  $B = 1$ T, na direção do eixo  $x$ . A velocidade angular da espira para que seja induzida uma f.e.m. de, no máximo, 10 V é



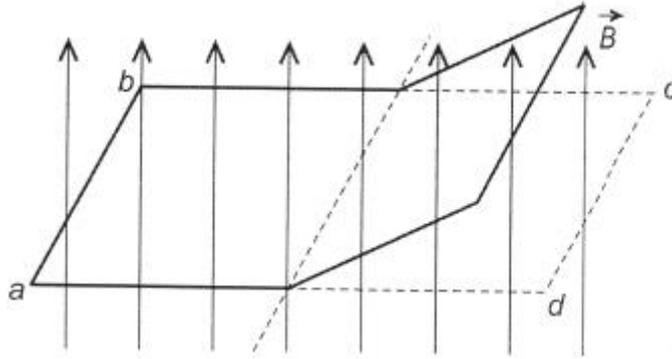
- a) 100 rad/s
- b) 200 rad/s
- c) 1000 rad/s



d) 2000 rad/s

**15. (AFA – 2005)**

A figura a seguir mostra uma espira retangular abcd imersa num campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , que a atravessa perpendicularmente.

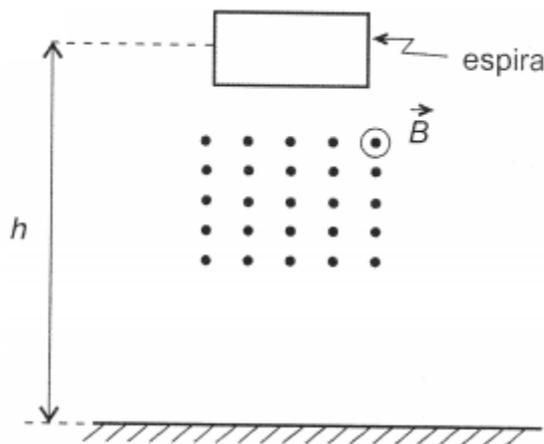


Se metade da espira for girada no sentido anti-horário, como mostra a ilustração acima, pode-se afirmar que, durante este processo, a corrente elétrica induzida

- a) é constante.
- b) tem o sentido de b para a.
- c) varia linearmente com o tempo.
- d) independe da velocidade de giro.

**16. (AFA – 2005)**

Uma espira metálica é abandonada, a partir do repouso, de uma altura  $h$  acima do solo. Em determinado trecho, ela passa por uma região onde existe um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , conforme mostra a figura.



Pode-se afirmar que

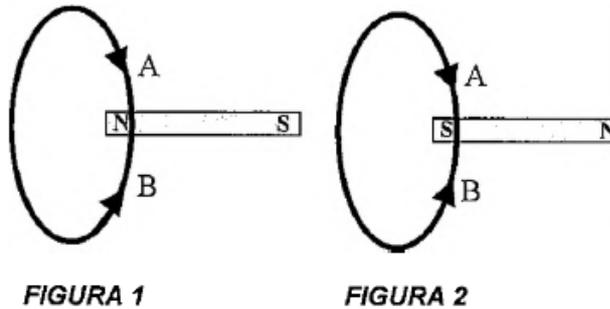
- a) há conservação da energia mecânica durante toda a queda.
- b) sua velocidade é constante quando totalmente imersa em  $\vec{B}$



- c) sua aceleração diminui ao penetrar em  $\vec{B}$  e aumenta ao abandonar a região de  $\vec{B}$   
 d) sua velocidade final é menor que  $\sqrt{2gh}$

**17. (EN – 2019)**

Analise as figuras abaixo.

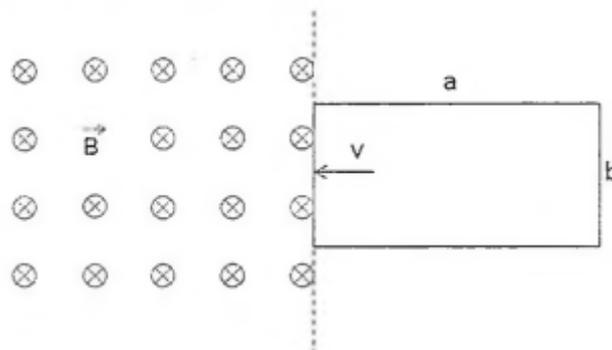


Cada uma das figuras acima mostra uma bobina de 200 espiras e um ímã cujos polos estão alinhados com o eixo central da bobina. Sendo assim, assinale a opção correta.

- a) Se na figura 1 o ímã se aproximar da bobina, surgirá uma corrente elétrica induzida na bobina e terá o sentido B.  
 b) Se na figura 2 o ímã se afastar da bobina, surgirá uma corrente elétrica induzida na bobina e terá o sentido B.  
 c) Se na figura 1 o ímã se aproximar ou se afastar da bobina, surgirá uma corrente elétrica na bobina e terá o sentido B.  
 d) Se na figura 2 a bobina se aproximar do ímã, surgirá uma corrente elétrica induzida na bobina e terá o sentido de B.  
 e) O movimento do ímã não pode induzir corrente elétrica na bobina. Só surgirá corrente elétrica na bobina se ela estiver ligada a uma fonte de energia elétrica.

**18. (EN – 2018)**

Analise a figura abaixo.



A figura acima mostra uma espira retangular, de lados  $a = 40 \text{ cm}$  e  $b = 20 \text{ cm}$ , no instante  $t = 0$ . Considere que a espira se move com velocidade  $v = 5,0 \text{ cm/s}$ , para a esquerda, perpendicularmente a um campo magnético uniforme de indução,  $B = 2,0 \text{ T}$ . Sabendo que a

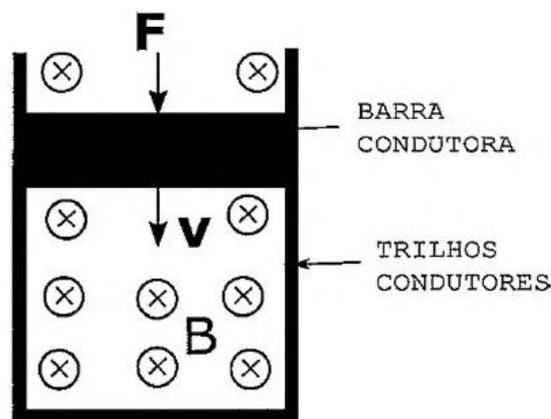


espira tem uma resistência de  $20 \Omega$ , qual é a intensidade, em ampère, da corrente elétrica na espira em  $t = 3,0 \text{ s}$ ?

- a)  $1,0 \cdot 10^{-3}$
- b)  $2,0 \cdot 10^{-3}$
- c)  $3,0 \cdot 10^{-3}$
- d)  $1,0 \cdot 10^{-2}$
- e)  $2,0 \cdot 10^{-2}$

**19. (EN – 2017)**

Analise a figura abaixo.



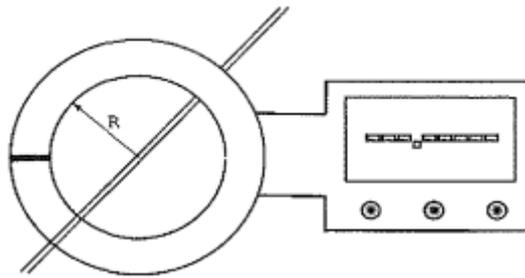
Imersa numa região onde o campo magnético tem direção vertical e módulo  $B = 6,0\text{T}$ , uma barra condutora de um metro de comprimento, resistência elétrica  $R = 1,0\Omega$  e massa  $m = 0,2 \text{ kg}$  desliza sem atrito apoiada sobre trilhos condutores em forma de "U" dispostos horizontalmente, conforme indica a figura acima. Se uma força externa  $F$  mantém a velocidade da barra constante e de módulo  $v = 2,0\text{m/s}$ , qual o módulo da força  $F$ , em newtons?

- a) 6,0
- b) 18
- c) 36
- d) 48
- e) 72

**20. (EN – 2017)**

Analise a figura abaixo.



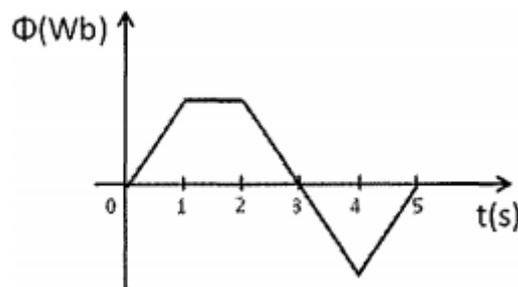


Um instrumento denominado amperímetro de alicate é capaz de medir a corrente elétrica em um ou mais condutores apenas os envolvendo com suas garras (ver figura). Quando essas são fechadas, o campo magnético produzido pelas correntes envolvidas pode ser medido por um sensor. Considere que dois condutores retilíneos, muito próximos um do outro, atravessam o centro da área circular, de raio  $R$ , entre as garras do medidor. Sendo assim, o campo magnético medido pelo sensor será

- a) zero, se as correntes nos fios forem de mesmo módulo  $I$  e tiverem sentidos contrários.
- b)  $\frac{\mu_0 I}{\pi R^2}$ , se as correntes forem de mesmo módulo  $I$  e tiverem o mesmo sentido.
- c)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ , se as correntes forem de mesmo módulo  $I$  e tiverem o mesmo sentido.
- d)  $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$ , se as correntes forem de mesmo módulo  $I$  e tiverem sentidos contrários.
- e) sempre zero.

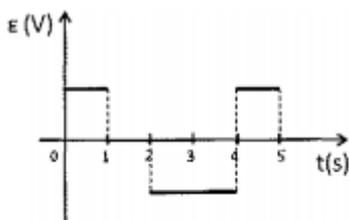
**21. (EN – 2013)**

Analise a figura a seguir.

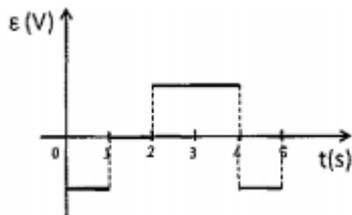


O gráfico da figura acima registra a variação do fluxo magnético,  $\Phi$ , através de uma bobina ao longo de 5 segundos. Das opções a seguir, qual oferece o gráfico da f.e.m induzida,  $\epsilon$ , em função do tempo?

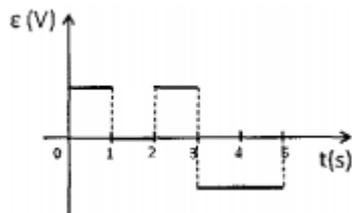
A.



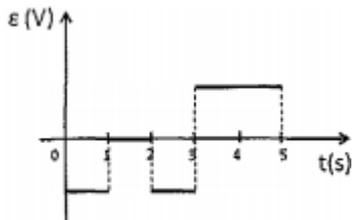
B.



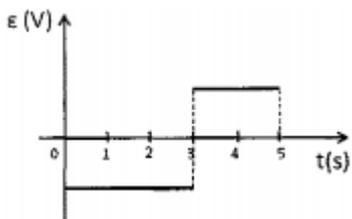
C.



D.



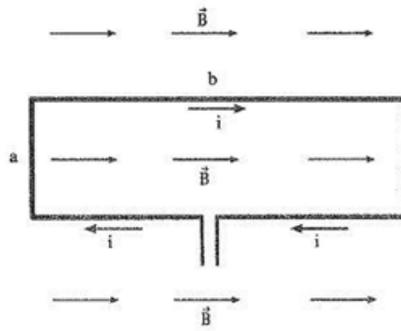
E.



**22. (EN – 2013)**

Uma espira retangular (com uma volta de fio) de lados  $a = 0,50 \text{ m}$  e  $b = 2,0 \text{ m}$  está, no instante inicial  $t = 0$ , disposta no plano da folha e imersa numa região na qual existe um campo magnético uniforme para direita de módulo igual a  $1,0 \text{ tesla}$ . A corrente  $i = 0,20 \text{ A}$  circula na espira no sentido horário. Em virtude do torque magnético, a espira gira de  $30^\circ$  no intervalo de tempo de  $2,0 \text{ s}$ . O módulo do torque magnético inicial, em  $\text{N.m}$ , atuando sobre a mesma, e o valor absoluto da força eletromotriz média induzida pelo giro, em, volt, respectivamente, são:

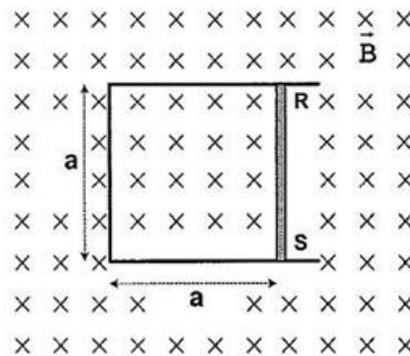




- a) zero e 0,15
- b) 0,10 e 0,15
- c) 0,10 e 0,20
- d) 0,20 e 0,25
- e) 0,20 e  $0,25\sqrt{3}$

**23. (EN – 2019)**

Uma barra condutora, de comprimento  $a = 0,5m$  e resistência elétrica  $2,00 \Omega$ , está presa por dois pontos de solda, R e S, a uma haste metálica em forma de U de resistência elétrica desprezível que se encontra fixa sobre uma mesa, numa região de campo magnético  $B$ , conforme indica a figura. Ao disparo de um cronômetro, o módulo do campo magnético começa a variar no tempo segundo a equação  $B = 4,0 + 8,0t$ , onde o campo magnético é medido em tesla e o tempo em segundos. Sabe-se que os pontos de solda romperão, se uma força igual ou superior a 20N for aplicada a cada um deles. Qual é o instante, em segundos, em que os pontos de solda R e S romperão?



- a) 3,5
- b) 5,0
- c) 6,5
- d) 8,0
- e) 9,5



**24. (EN – 2019)**

Uma espira retangular, de lados  $10,0\text{ cm}$  e  $20,0\text{ cm}$ , possui 40 voltas de fio condutor, estreitamente espaçados, e resistência elétrica de  $5,00\ \Omega$ . O vetor normal à área limitada pela espira forma um ângulo de  $60^\circ$  com as linhas de um campo magnético uniforme de módulo igual a  $0,800$  tesla. A partir do instante  $t_0 = 0$ , o módulo deste campo é reduzido uniformemente a zero e, em seguida, é aumentado uniformemente, porém em sentido oposto ao inicial, até atingir o módulo de  $1,20$  teslas, no instante  $t = 4,00\text{ s}$ . A intensidade média da corrente elétrica induzida na espira, neste intervalo de tempo, em miliampères, é

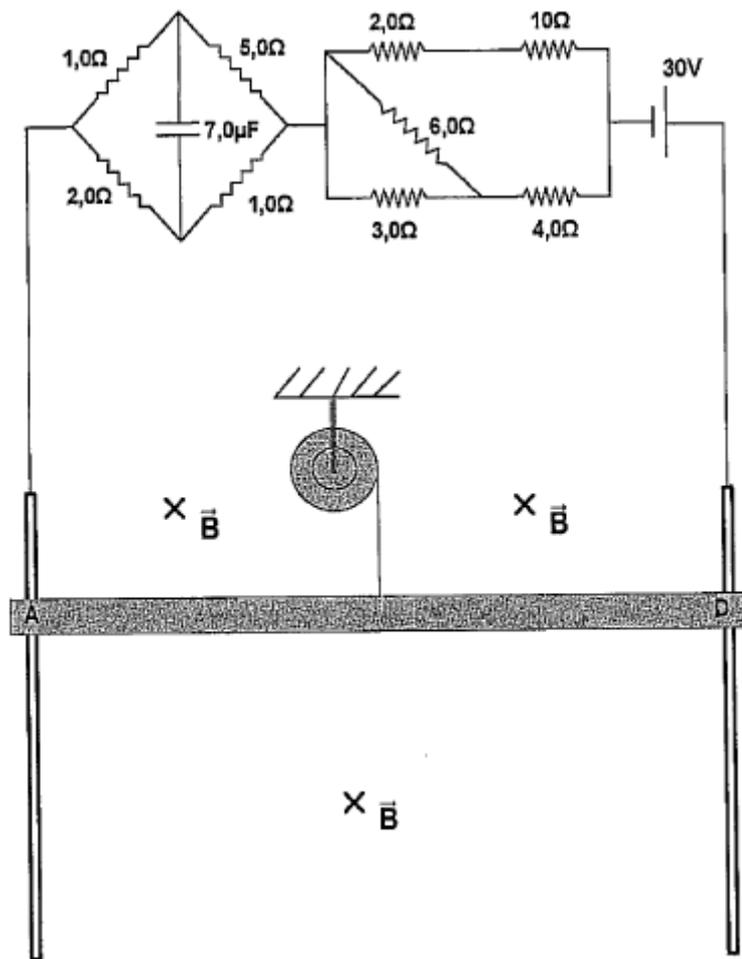
- (A) 20,0
- (B) 25,0
- (C) 30,0
- (D) 35,0
- (E) 40,0

**25. (EN – 2007)**

A barra condutora AD de comprimento  $1,0\text{ m}$ , massa  $0,50\text{ kg}$  e resistência elétrica desprezível, ligada a um fio de massa desprezível, cai verticalmente com velocidade constante de  $4,0\text{ m/s}$ . A barra faz contato com dois trilhos verticais e paralelos, ligados ao circuito mostrado abaixo, que também possuem resistência elétrica desprezível. Perpendicularmente ao plano da figura, existe um campo de indução magnética uniforme  $\vec{B}$  de intensidade igual a  $1,5$  teslas. Considere a aceleração da gravidade local igual a  $10\text{ m/s}^2$ , o capacitor completamente carregado e despreze todos os atritos. Calcule

- a) a tração no fio (em newtons); e (8 pontos)
- b) a carga no capacitor.(7 pontos)



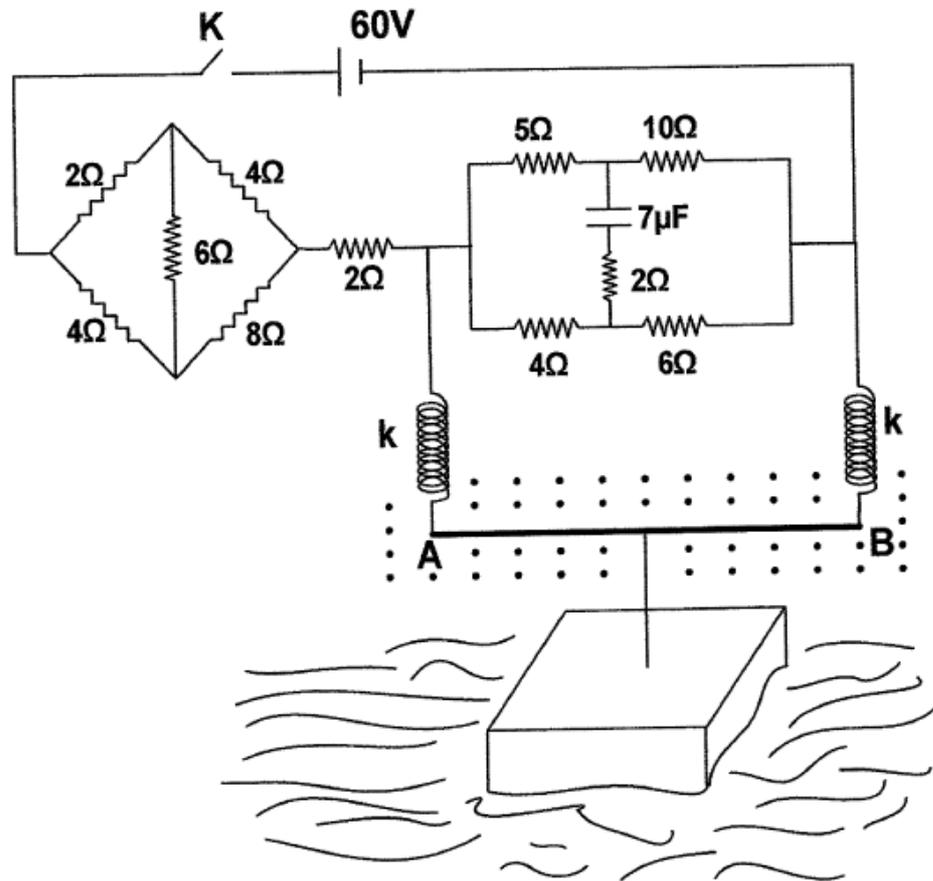


26. (EN – 2006)

Um condutor retilíneo AB, de comprimento igual a 2,0 m e massa desprezível, está imerso em um campo magnético uniforme de módulo igual a 1,0 tesla e sustentado por duas molas condutoras idênticas ideais de constante elástica igual a 0,10kN/m, como indica a figura abaixo. Uma haste rígida e isolante, de massa desprezível, tem uma extremidade presa ao condutor e a outra a um cubo maciço de aresta igual a 10 cm, densidade igual a  $0,90 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  e que flutua num líquido de densidade igual a  $2,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Verifica-se que quando a chave K está aberta nenhuma força é exercida pela haste sobre o cubo. No circuito elétrico temos um capacitor plano e de placas paralelas, de capacitância igual a  $7,0 \mu\text{F}$  e separação entre as placas de 2,0 mm. Sabe-se que o conjunto molas+condutor possui resistência elétrica total de  $12\Omega$  e que o módulo da aceleração da gravidade é  $10 \text{ m/s}^2$ . Com a chave K fechada e o capacitor completamente carregado, calcule

- a corrente que passa pelo resistor de  $5,0\Omega$  ; (10 pontos)
- o campo elétrico no interior do capacitor; e (5 pontos)
- o volume total imerso do cubo.(10 pontos)



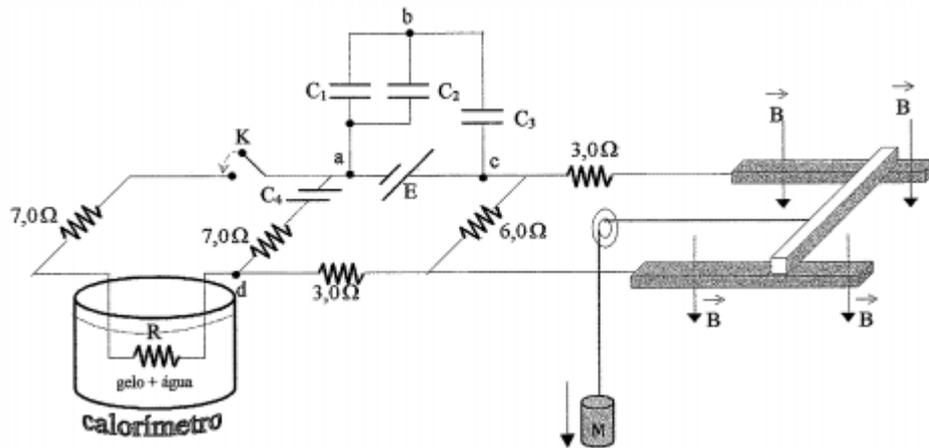


27. (EN – 2006)

Uma barra metálica, de comprimento  $L = 1,0m$ , desliza sobre dois trilhos condutores horizontais puxada por um bloco de massa  $M$  (desconhecida). O conjunto barra e trilhos está imerso em um campo de indução magnética uniforme e vertical de módulo igual a  $3,0$  teslas. O coeficiente de atrito entre a barra e os trilhos vale  $0,40$ . Um circuito elétrico está ligado nos extremos dos trilhos, como indica a figura abaixo. Despreze as resistências elétricas dos trilhos e da barra. Considere o gerador e polia ideais. Os capacitores estão completamente carregados e a chave  $K$  inicialmente aberta. Sabe-se ainda que o peso da barra vale  $20N$ , desliza com velocidade constante de módulo igual a  $5,0 m/s$  e que o capacitor  $C_1$  está carregado com  $40\mu C$ .

Dados:  $C_1 = 1,0\mu F$ ;  $C_2 = 2,0\mu F$ ;  $C_3 = 6,0\mu F$ ;  $C_4 = 8,0\mu F$ ;  $R = 20\Omega$





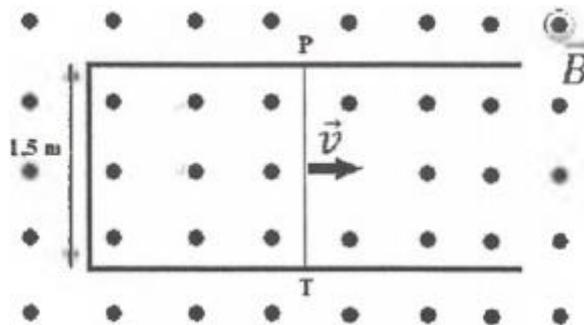
No instante do fechamento da chave K, solta-se o bloco.

- Calcule a f.e.m do gerador e também a f.e.m induzida na barra metálica que se move no campo magnético. (6 pontos)
- Calcule a potência (em watts) do peso do bloco. (8 pontos)
- Calcule a energia eletrostática (em joules) armazenada no capacitor  $C_4$ . (5 pontos)
- Calcule o intervalo de tempo (em minutos) necessário para que o sistema constituído por 100 gramas de água e 30,0 gramas de gelo, a  $0,0^\circ\text{C}$ , atinja a temperatura de  $68^\circ\text{F}$ . (6 pontos)

Dados:  $C_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ cal/g}\cdot\text{K}$ ;  $L_{\text{fusão}} = 80 \text{ cal/g}$ ;  $1,0 \text{ cal} = 4,18\text{J}$

### 28. (EFOMM – 2019)

Um condutor retilíneo PT, de resistência  $R = 20,0 \Omega$ , está em contato com um condutor de resistência desprezível e dobrado em forma de U, como indica a figura. O conjunto está imerso em um campo de indução magnética  $\vec{B}$ , uniforme, de intensidade  $15,0 \text{ T}$ , de modo que  $\vec{B}$  é ortogonal ao plano do circuito. Seu Demi, um operador, puxa o condutor PT, de modo que este se move com velocidade constante  $\vec{v}$ , como indica a figura, sendo  $v = 4,0 \text{ m/s}$ . Determine a força eletromotriz induzida no circuito e o valor da força aplicada por seu Demi ao condutor PT.



- 45 V e 80,45 N
- 65 V e 90,10 N
- 80 V e 100,65 N
- 90 V e 101,25 N
- 100,85 V e 110,95 N



**29. (EFOMM – 2017)**

Um fio de resistência  $5\Omega$  e 2,4 m de comprimento forma um quadrado de 60 cm de lado. Esse quadrado é inserido por completo, com velocidade constante, durante 0,90 segundos em um campo magnético constante de 10,0 T (de forma que a área do quadrado seja perpendicular às linhas do campo magnético). A intensidade de corrente que se forma no fio é  $i_1$ . Outro fio reto de 2,0 m de comprimento possui uma intensidade de corrente  $i_2$ , quando imerso em um campo magnético constante de módulo 10,0 T. A força magnética que atua no fio possui módulo 8,0 N. A direção da força é perpendicular à do fio e à direção do campo magnético.

A razão entre os módulos de  $i_1$  e  $i_2$  é:

- A. 0,2
- B. 0,4
- C. 0,5
- D. 2,0
- E. 4,0

**30. (EFOMM – 2016)**

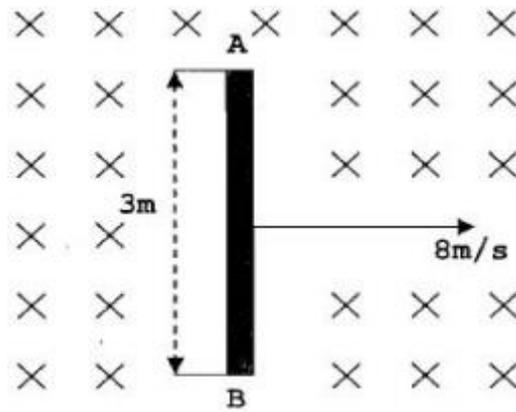
Uma espira condutora retangular rígida move-se, com velocidade vetorial  $\vec{v}$  constante, totalmente imersa numa região na qual existe um campo de indução magnética  $\vec{B}$ , uniforme, constante no tempo, e perpendicular ao plano que contém tanto a espira como seu vetor velocidade. Observa-se que a corrente induzida na espira é nula. Podemos afirmar que tal fenômeno ocorre em razão de o

- a) fluxo de  $\vec{B}$  ser nulo através da espira.
- b) vetor  $\vec{B}$  ser uniforme e constante no tempo
- c) vetor  $\vec{B}$  ser perpendicular ao plano da espira.
- d) vetor  $\vec{B}$  ser perpendicular a  $\vec{v}$ .
- e) vetor  $\vec{v}$  ser constante.

**31. (EFOMM – 2012)**

A haste AB de cobre mede 3,0 metros e move-se, com velocidade constante igual a 8,0 m/s, numa região de campo magnético uniforme de módulo 1,5 tesla. A direção do campo é perpendicular ao plano da página e o seu sentido é voltado para dentro desta, conforme indica a figura. A diferença de potencial, em volts, entre as extremidades A e B da haste, é:

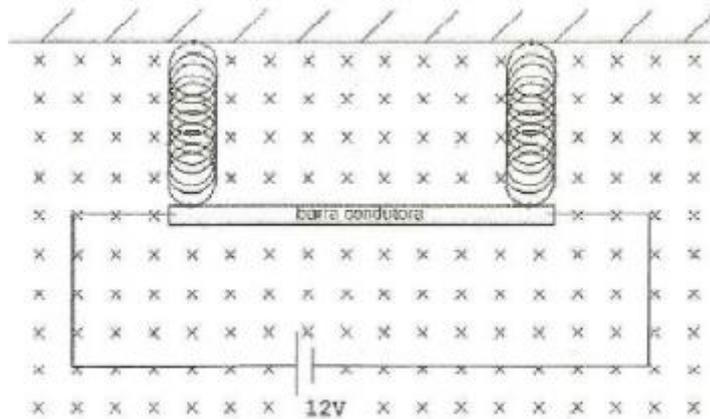




- a) 36
- b) 32
- c) 28
- d) 24
- e) 20

**32. (EFOMM – 2011)**

Analise a figura a seguir.



Duas molas idênticas, feitas de material isolante, de constante elástica  $k = 5,0\text{N/m}$ , presas ao teto, sustentam uma barra condutora de resistência elétrica  $3,0\Omega$ , comprimento  $0,2\text{m}$  e massa  $0,5\text{kg}$ , cujas extremidade estão ligadas aos bornes de uma bateria de  $12\text{V}$ , conforme mostra a figura acima. O sistema está em repouso e imerso em um campo magnético uniforme de  $3,0\text{T}$  gerado por uma eletroímã. Considere que no instante  $t$  o campo magnético seja desligado e os bornes da bateria desconectados da barra. Nessa situação, qual será a amplitude, em metros, do movimento harmônico simples executado pela barra condutora, após o instante  $t$ ?

Dado:  $g = 10\text{m/s}^2$

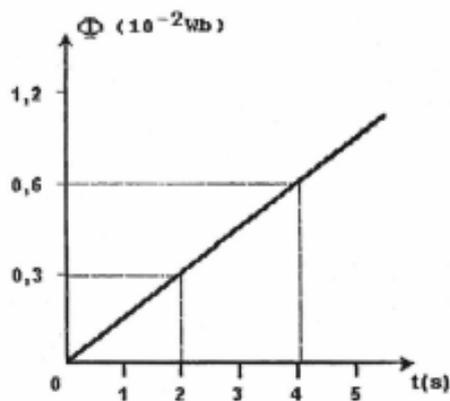
- a) 0,16
- b) 0,18
- c) 0,20
- d) 0,22



e) 0,24

**33. (EFOMM – 2011)**

Observe o gráfico a seguir.



O gráfico acima mostra o fluxo magnético, em função do tempo, que atravessa um anel metálico. Sendo a resistência elétrica do anel igual a  $0,3\Omega$ , a corrente elétrica que o percorre é, em miliampere, igual a

- a) 5
- b) 6
- c) 7
- d) 8
- e) 9
- f) -128,47

**34. (EFOMM – 2009)**

Um toróide, no circuito de uma das repetidoras de radar do passadiço tem uma seção reta quadrada de lado igual a 8cm, raio interno de 18 cm, 400 espiras e é atravessado por uma corrente de intensidade igual a 0,8 A. O valor aproximado do fluxo magnético através da seção reta do toróide, em microwebers, é de aproximadamente

dados :  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ , em unidades do S.I.

- a) 2,056
- b) 3,074
- c) 5,022
- d) 6,034
- e) 8,012

**35. (EFOMM – 2008)**



Para a construção de um motor, experimenta-se colocar, sucessivamente, três tipos de espiras muito finas, feitas do mesmo material condutor e mesma área de seção transversal entre os polos de um ímã permanente. A primeira é quadrada e a segunda triangular, ambas de lados iguais a  $L$ . A terceira é circular de diâmetro  $L$ . Todas foram posicionadas, de forma que os planos aos quais cada uma pertencem sejam perpendiculares ao campo magnético do ímã. Considere também que foram submetidas à mesma diferença de potencial. Assinale a única afirmativa correta.

- a) A resistência elétrica da primeira espira é proporcional a  $3L$ .
- b) A corrente elétrica que circula pela segunda espira é proporcional a  $\sqrt{3}$ .
- c) A força magnética sobre cada espira independe da intensidade da corrente elétrica que circula em cada uma delas.
- d) O fluxo magnético através da primeira espira será  $\pi$  vezes maior que o fluxo magnético através da terceira espira quando elas tiverem a mesma fase.
- e) Os torques exercidos sobre a primeira e a terceira espira são iguais.

GABARITO



## 2. GABARITO SEM COMENTÁRIOS

1. C
2. B
3. C
4. B
5. B
6. A
7. E
8. C
9. C
10. D
11. B
12. D
13. D
14. C
15. B
16. D com algumas reservas
17. D
18. A
19. E com algumas reservas
20. A
21. A ou B



22. D

23. E

24. E

25. A. 11N    B.  $28 \mu C$

26. A. 1,6A    B. 800 N/C    C.  $550\text{cm}^3$

27. A. 60V e 15V    B. 54,06W    C. 13,95mJ

D. 218,4s

28. D

29. D

30. E

31. A

32. E

33. A

34. S/A

35. S/A



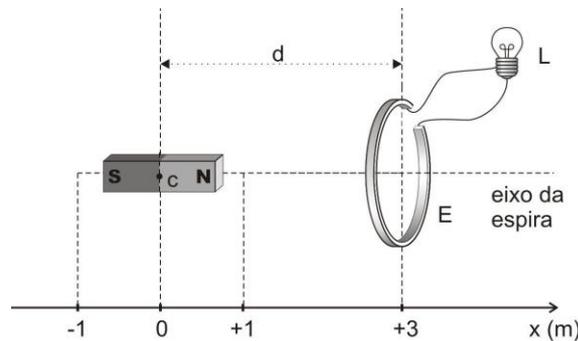
ESCLARECENDO!



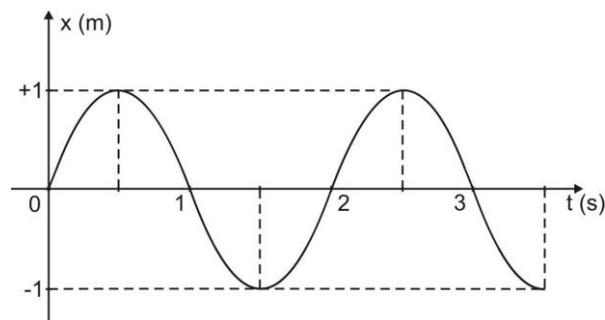
### 3. LISTA DE EXERCÍCIOS COMENTADA

#### 1. (AFA – 2020)

Considere que a intensidade do campo magnético gerado por um ímã em forma de barra varia na razão inversa do quadrado da distância  $d$  entre o centro  $C$  deste ímã e o centro de uma espira condutora  $E$ , ligada a uma lâmpada  $L$ , conforme ilustrado na figura abaixo.



A partir do instante  $t_0 = 0$ , o ímã é movimentado para a direita e para a esquerda de tal maneira que o seu centro  $C$  passa a descrever um movimento harmônico simples indicado abaixo pelo gráfico da posição ( $x$ ) em função do tempo ( $t$ ).



Durante o movimento desse ímã, verifica-se que a luminosidade da lâmpada  $L$

- aumenta à medida que o centro  $C$  do ímã se move da posição  $x = -1$  até  $x = +1$  m
- diminui entre os instantes  $t = \frac{n}{2}T$  e  $t' = \frac{(n+1)}{2}T$ , onde  $T$  é o período do movimento e  $n$  é ímpar.
- é nula quando o centro  $C$  do ímã está na posição  $x = \pm 1$  m.
- é mínima nos instantes  $t = \frac{m}{4}T$ , onde  $T$  é o período do movimento e  $m$  é um número par.

**Comentários:**

**MAGNETISMO III**



Sabemos que a fem induzida vale:

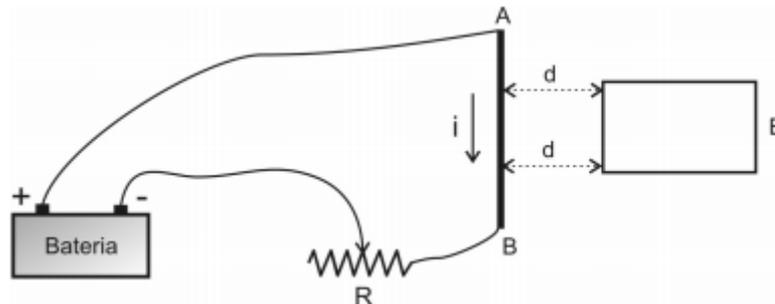
$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

Logo quando maior a **variação** de fluxo magnético, maior a fem induzida e conseqüentemente mais a lâmpada brilha. A variação é proporcional à derivada (inclinação) do gráfico de x vs. t, como em  $x=+1$  e  $x=-1$  a velocidade é nula, não há variação de fluxo (derivada zero), logo a fem induzida será nula e a lâmpada não brilhará.

**Gabarito: C**

## 2. (AFA – 2019)

Uma espira condutora E está em repouso próxima a um fio retilíneo longo AB de um circuito elétrico constituído de uma bateria e de um reostato R, onde flui uma corrente i, conforme ilustrado na figura abaixo.



Considerando exclusivamente os efeitos eletromagnéticos, pode-se afirmar que a espira será

- repelida pelo fio AB se a resistência elétrica do reostato aumentar.
- atraída pelo fio AB se a resistência elétrica do reostato aumentar.
- sempre atraída pelo fio AB independentemente de a resistência elétrica do reostato aumentar ou diminuir.
- deslocada paralelamente ao fio AB independentemente de a resistência elétrica do reostato aumentar ou diminuir.

### Comentários:

Pela regra da mão direita, vemos que o campo magnético que o fio faz sobre a espira está saindo do plano. Dessa forma, se esse campo aumentar, pela lei de Lenz, a espira fará um campo oposto (entrando no plano), criando uma corrente horária. Se o campo diminuir, a espira fará um campo de mesmo sinal (saindo do plano), criando uma corrente anti-horária.

No primeiro caso, como no trecho da espira mais próximo do fio existirá uma corrente oposta à do circuito, predominará na espira uma repulsão. Já no segundo caso predominará na espira uma atração. Como a corrente que flui no circuito é inversamente proporcional à resistência:



$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

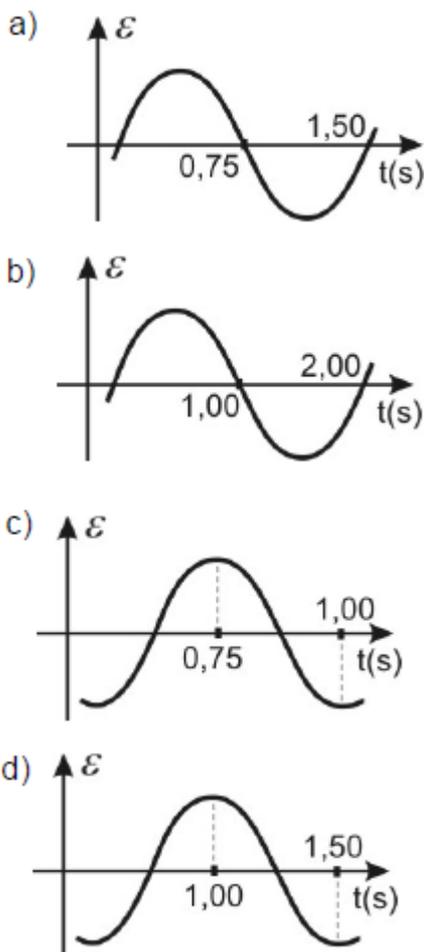
Quando aumentamos a resistência do reostato, diminuimos a corrente, e conseqüentemente diminuimos o campo magnético, dessa forma será criada uma corrente anti-horária (mesmo sentido do fio), que gerará atração. Analogamente, quando a resistência é diminuída temos repulsão.

**Gabarito: B**

**3. (AFA – 2018)**

Os carregadores de bateria sem fio de smartphones, também conhecidos como carregadores wireless, são dispositivos compostos de bobina e ligados à rede elétrica, que carregam as baterias dos aparelhos apenas pela proximidade, através do fenômeno de indução eletromagnética. Para isso, o smartphone deve ser apto à referida tecnologia, ou seja, também possuir uma bobina, para que nela surja uma força eletromotriz induzida que carregará a bateria.

Se na bobina de um carregador (indutora), paralela e concêntrica com a bobina de um smartphone (induzida), passa uma corrente  $i = 2\text{sen}(4\pi t)$ , com  $t$  em segundos, o gráfico que melhor representa a força eletromotriz induzida ( $\varepsilon$ ) na bobina do smartphone, em função do tempo ( $t$ ) é



**Comentários:**

O fluxo magnético na bobina do smartphone vale:

$$\phi = B \cdot A$$

Sendo que B é o campo magnético gerado pelo carregador no smartphone, que vale

$$B = \frac{\mu N L i}{L}$$

Logo

$$\phi = \mu A N L i$$

A força eletromotriz vale

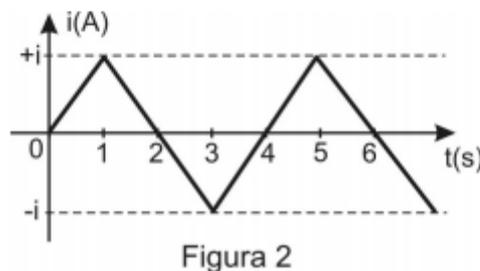
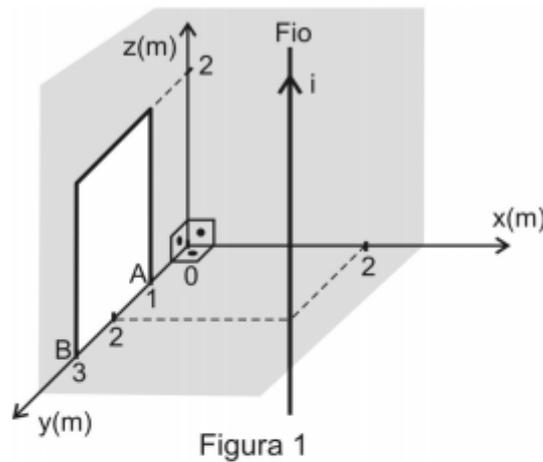
$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\mu A \frac{N di}{L dt} = -8\pi\mu A \frac{N}{L} \cos(4\pi t)$$

Logo, em  $t = 1s \rightarrow \epsilon < 0$  e em  $t = 0,75s \rightarrow \epsilon > 0$

**Gabarito: C**

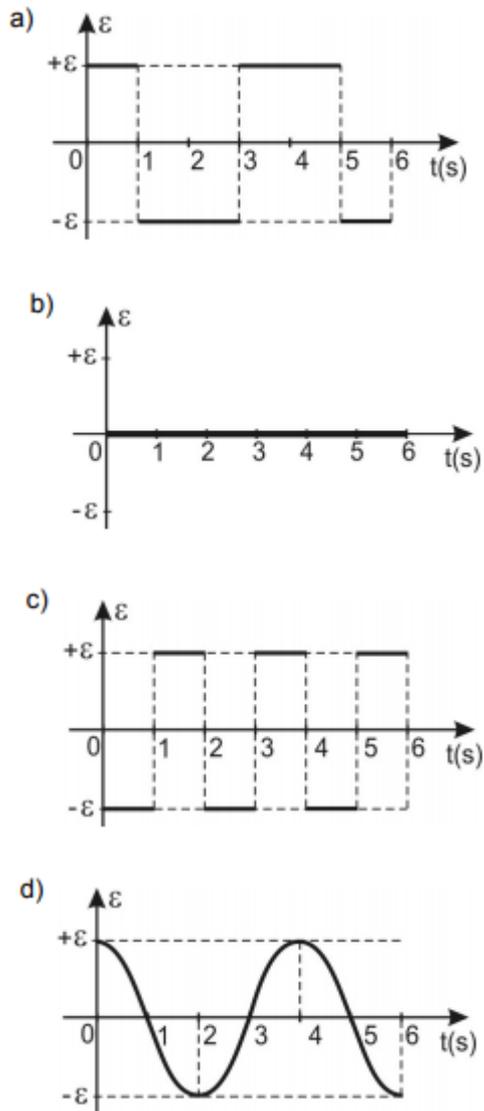
**4. (AFA – 2017)**

A Figura 1 mostra uma espira quadrada, feita de material condutor, contida num plano zy, e um fio condutor retilíneo e muito longo, paralelo ao eixo z, sendo percorrido por uma corrente elétrica de intensidade i, dada pelo gráfico da Figura 2.



A partir da análise das Figuras 1 e 2, pode-se afirmar que o gráfico que melhor representa a fem induzida  $\epsilon$  entre os pontos A e B é





**Comentários:**

Veja que o fluxo na espira é zero.

Podemos ver isso se notarmos que para cada trecho da espira, simétrico em relação ao ponto 2, obtemos campos com componentes  $y$  iguais, mas componentes  $x$  opostas.

Logo todas as componentes  $x$  do campo se cancelam, e no final somente age na espira, a efeito de fluxo, um campo na direção  $+y$ , paralelo a placa e portanto o fluxo é zero.

Se o fluxo é zero não existe FEM

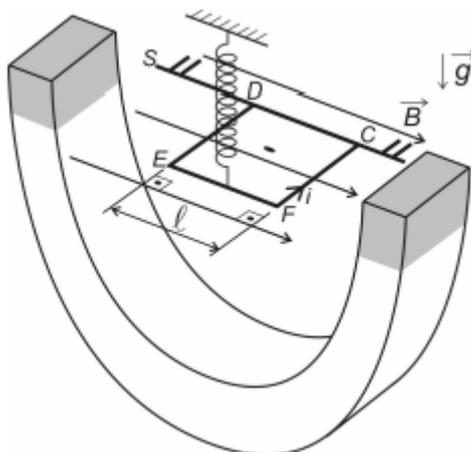
**Gabarito: B**

**5. (AFA – 2016)**

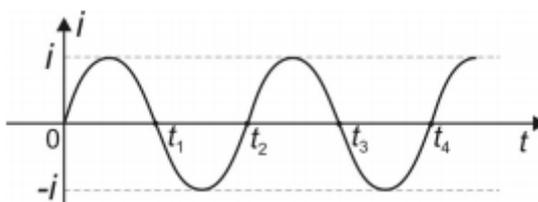
O lado  $EF$  de uma espira condutora quadrada indeformável, de massa  $m$ , é preso a uma mola ideal e não condutora, de constante elástica  $K$ . Na posição de equilíbrio, o plano da espira



fica paralelo ao campo magnético  $\vec{B}$  gerado por um ímã em forma de  $U$ , conforme ilustra a figura abaixo.



O lado CD é pivotado e pode girar livremente em torno do suporte S, que é posicionado paralelamente às linhas de indução do campo magnético. Considere que a espira é percorrida por uma corrente elétrica  $i$ , cuja intensidade varia senoidalmente, em função do tempo  $t$ , conforme indicado no gráfico abaixo.



Nessas condições, pode-se afirmar que a

- e) espira oscilará em MHS, com frequência igual a  $\frac{1}{t_2}$
- f) espira permanecerá na sua posição original de equilíbrio
- g) mola apresentará uma deformação máxima dada por  $\frac{Bil}{mgK}$
- h) mola apresentará uma deformação máxima dada por  $\frac{Bil + mg}{K}$

**Comentários:**

Veja que, inicialmente, o fluxo que passa pela espira é zero (campo paralelo à espira), logo não há FEM induzida na espira no instante inicial.

Além disso, pela regra da mão direita, existe uma força para baixo no trecho a direita da espira, e uma força para cima no trecho à esquerda, ambas de mesmo valor., e que geram um torque na espira que tenta rotacionar ao longo do eixo perpendicular a CD e ao campo B. Isso não é possível (a articulação está somente no eixo CD). Logo a espira permanece na posição inicial.

**Gabarito: B**

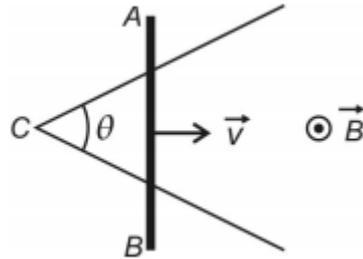


6. (AFA – 2016)

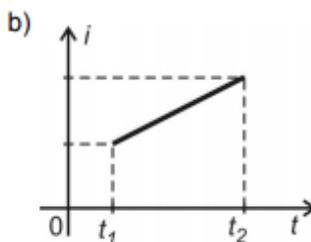
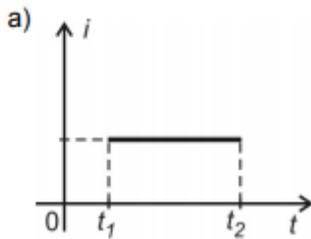
Numa região onde atua um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  vertical, fixam-se dois trilhos retos e homogêneos, na horizontal, de tal forma que suas extremidades ficam unidas formando entre si um ângulo.

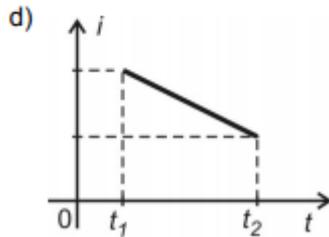
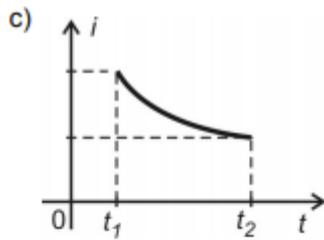
Uma barra condutora  $AB$ , de resistência elétrica desprezível, em contato com os trilhos, forma um triângulo isósceles com eles e se move para a direita com velocidade

constante  $\vec{V}$ , a partir do vértice  $C$  no instante  $t_0 = 0$ , conforme ilustra a figura abaixo.



Sabendo-se que a resistividade do material dos trilhos não varia com a temperatura, o gráfico que melhor representa a intensidade da corrente elétrica  $i$  que se estabelece neste circuito, entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$ , é





**Comentários:**

A área do triângulo formado é dependente da sua altura ao quadrado, logo seu fluxo magnético também. A resistência desse triângulo é dependente do seu comprimento (altura elevado a 1). Como  $H = vt$  temos que:

$$\phi = c_1 t^2$$

$$R = c_2 t$$

Sendo  $c_1$  e  $c_2$  constantes.

Logo

$$\left| \frac{d\phi}{dt} \right| = Ri$$

$$2c_1 t = c_2 t i$$

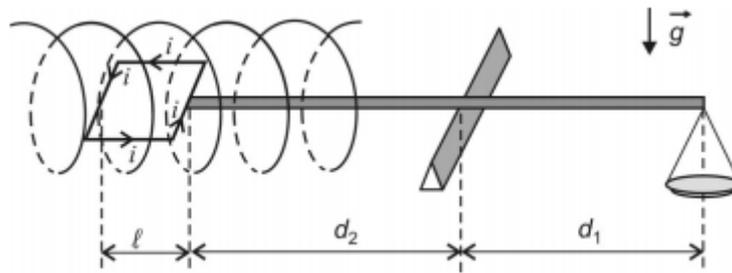
$$i = \text{constante}$$

**Gabarito: A**

**7. (AFA – 2015)**

Desejando-se determinar a intensidade do campo magnético no interior de um solenóide longo percorrido por uma corrente elétrica constante, um professor de física construiu um aparato experimental que consistia, além do solenóide, de uma balança de braços isolantes e iguais a  $d_1$  e  $d_2$ , sendo que o prato em uma das extremidades foi substituído por uma espira quadrada de lado  $l$ , conforme indicado na figura abaixo.





Quando não circula corrente na espira, a balança se encontra em equilíbrio e o plano da espira está na horizontal. Ao fazer passar pela espira uma corrente elétrica constante  $i$ , o equilíbrio da balança é restabelecido ao colocar no prato uma massa  $m$ . Sendo  $g$  o módulo do campo gravitacional local, o campo magnético no interior do solenoide é dado pela expressão:

- a)  $\frac{mgd_1 + i(l + d_2)}{l + d_2}$
- b)  $\frac{mgd_1 i}{l(d_2 + l)}$
- c)  $\frac{mg(d_1 + d_2)}{il^2 d_2}$
- d)  $\frac{mgd_1}{il^2}$

**Comentários:**

Somente nos trechos esquerdo e direito existe força magnética (nos outros o campo é paralelo).

A força magnética vale:

$$F_m = Bil$$

Por equilíbrio de torque:

$$F_m \cdot (d_2 + l) - F_m \cdot d_2 = P \cdot d_1$$

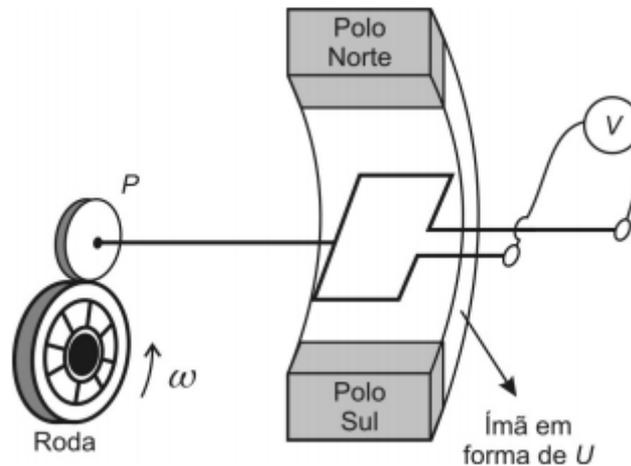
$$Bil^2 = mdg_1 \rightarrow B = \frac{mgd_1}{il^2}$$

**Gabarito: E**

**8. (AFA – 2015)**

A figura a seguir representa um dispositivo usado para medir a velocidade angular  $\omega$  de uma roda, constituída de material eletricamente isolante.





Este dispositivo é constituído por uma espira condutora de área  $0,5 \text{ m}^2$  e imersa dentro de um campo magnético uniforme  $B$  de intensidade  $1,0 \text{ T}$ . A espira gira devido ao contato da polia  $P$  com a roda em que se deseja medir a velocidade angular  $\omega$ . A espira é ligada a um voltímetro ideal  $V$  que indica, em cada instante  $t$ , a voltagem nos terminais dela. Considerando que não há deslizamento entre a roda e a polia  $P$  e sabendo-se que o voltímetro indica uma tensão eficaz igual a  $10\text{V}$  e que a razão entre o raio da roda ( $R$ ) e o raio da polia ( $r$ ) é  $\frac{R}{r} = \sqrt{2}$  pode-se afirmar que  $\omega$ , em  $\text{rad/s}$ , é igual a

- a) 5
- b) 15
- c) 20
- d) 25

**Comentários:**

A velocidade de contato em  $P$  é igual para os dois corpos:

$$wR = w'r \rightarrow w' = w \left( \frac{R}{r} \right)$$

O fluxo magnético pode ser calculado por:

$$\phi = BA \cos \theta$$

A variação do fluxo é a fem induzida

$$\epsilon = - \frac{d\phi}{dt} = BAw' \sin \theta$$

Dessa forma a fem de pico vale:

$$\epsilon_{pico} = BAw'$$

A fem eficaz vale:

$$\epsilon_{ef} = \frac{\epsilon_{pico}}{\sqrt{2}} = \frac{BAw'}{\sqrt{2}} = \frac{BAw \left( \frac{R}{r} \right)}{\sqrt{2}}$$

Dessa forma:

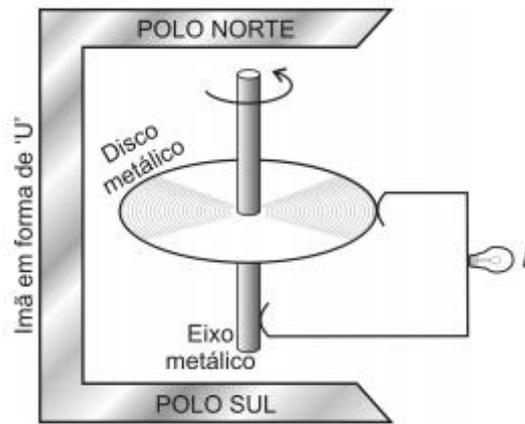


$$w = \frac{\epsilon_{ef}\sqrt{2}}{BA\left(\frac{R}{r}\right)} = \frac{(10) \cdot \sqrt{2}}{(1) \cdot (0,5) \cdot (\sqrt{2})} = 20 \text{ rad/s}$$

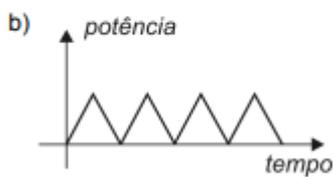
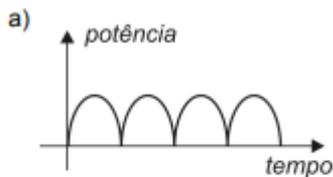
**Gabarito: C**

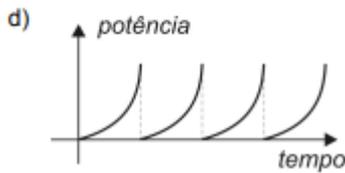
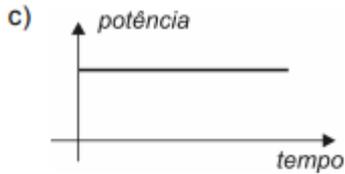
**9. (AFA – 2013)**

Um gerador homopolar consiste de um disco metálico que é posto a girar com velocidade angular constante em um campo magnético uniforme, cuja ação é extensiva a toda a área do disco, conforme ilustrado na figura abaixo.



Ao conectar, entre a borda do disco e o eixo metálico de rotação, uma lâmpada  $L$  cuja resistência elétrica tem comportamento ôhmico, a potência dissipada no seu filamento, em função do tempo, é melhor representada pelo gráfico





**Comentários:**

Essa é uma questão extremamente difícil, apesar de não parecer. A maioria dos cursinhos resolve ela de forma errada. Esse foi um paradoxo proposto por Faraday, o paradoxo do gerador homopolar. A primeira vista parece que o fluxo magnético no disco não muda com o tempo (ora, o campo magnético é uniforme e a área é constante, porque o fluxo não seria constante e consequentemente a fem induzida zero?) Veremos porque isso está errado.

Primeiramente devemos entender que se trata de um material **condutor**. Logo esse material tem elétrons livres. Pela regra da mão direita, vemos que o elétrons são atraídos radialmente e para a borda do disco, gerando então nesse disco uma fem diferente da que costumamos calcular pelo  $-\frac{d\phi}{dt}$ . Essa fem é **radial**. Depois de estabelecido o equilíbrio temos uma diferença de potencial entre a borda e o centro do disco, constante, conforme o gráfico C. Podemos inclusive calcular essa fem:

Suponha que a densidade superficial de carga seja:

$$\alpha = \alpha(r)$$

Para um elétron a uma distância r:

$$F_m = e\omega rB$$

O potencial de um anel de carga Q vale:

$$dV = \frac{k dQ}{r} = \frac{\alpha 2\pi r dr}{4\pi\epsilon r} = \frac{\alpha dr}{2\epsilon}$$

Logo o campo elétrico vale:

$$E = \frac{dV}{dr} = \frac{\epsilon\alpha}{2}$$

A força elétrica deve ser igual à magnética:

$$Ee = F_m$$

$$\frac{\alpha e}{2\epsilon} = e\omega rB \rightarrow \alpha = 2\epsilon\omega Br$$

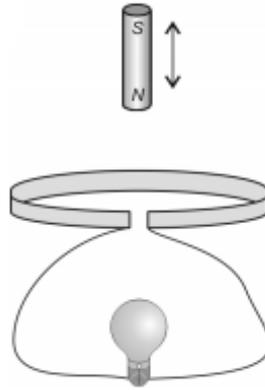
A ddp entre os pontos extremos vale:

$$\Delta V = \int_0^R dV = \int_0^R \frac{\alpha dr}{2\epsilon} = \int_0^R \omega Br dr = \frac{\omega BR^2}{2}$$



**Gabarito: C****10. (AFA – 2012)**

A figura a seguir mostra um ímã oscilando próximo a uma espira circular, constituída de material condutor, ligada a uma lâmpada.



A resistência elétrica do conjunto espira, fios de ligação e lâmpada é igual a  $R$  e o ímã oscila em  $MHS$  com período igual a  $T$ . Nessas condições, o número de elétrons que atravessa o filamento da lâmpada, durante cada aproximação do ímã

- é diretamente proporcional a  $T$
- é diretamente proporcional a  $T^2$
- é inversamente proporcional a  $T$ .
- não depende de  $T$ .

**Comentários:**

A fem induzida vale:

$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = Ri = \frac{RdQ}{dt}$$

Logo:

$$dQ = -\frac{d\phi}{R}$$

Considerando  $\Delta\phi_{\frac{T}{2}}$  a variação do fluxo magnético durante uma aproximação (que dura metade do período)

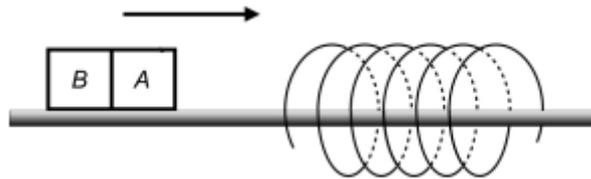
$$\Delta Q_{\frac{T}{2}} = -\frac{\Delta\phi_{\frac{T}{2}}}{R}$$

Esse resultado é independente do período de oscilação. Independentemente de o MHS se mover rápido ou devagar, desde que a amplitude seja a mesma, a variação de fluxo será a mesma e consequentemente a carga que atravessa o filamento



**Gabarito: D****11. (AFA – 2011)**

A figura abaixo mostra um ímã  $AB$  se deslocando, no sentido indicado pela seta, sobre um trilho horizontal envolvido por uma bobina metálica fixa.



Nessas condições, é correto afirmar que, durante a aproximação do ímã, a bobina

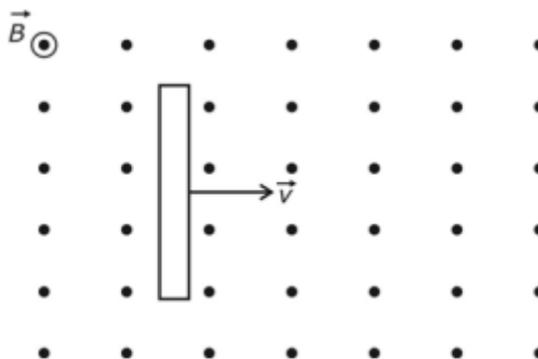
- sempre o atrairá.
- sempre o repelirá.
- somente o atrairá se o pólo A for o Norte.
- somente o repelirá se o pólo A for o Sul.

**Comentários:**

Independente de o polo A ser sul ou norte, o campo magnético na espira sempre aumentará já que o ímã está se aproximando (o que mudará é o sentido do campo). De qualquer modo, pela Lei de Lenz, a espira criará um campo contrário. Campos opostos se repelem. Logo o ímã será repelido independente de sua configuração.

**Gabarito: B****12. (AFA – 2010)**

Considere um campo magnético uniforme de intensidade  $B$  e um condutor metálico retilíneo deslocando-se com velocidade vetorial constante  $\vec{v}$ , perpendicularmente às linhas desse campo, conforme a figura abaixo.



Sobre a situação descrita acima, são feitas as seguintes afirmações:



- I. A separação de cargas nas extremidades do condutor dá origem a um campo elétrico  $\vec{E}$  que exerce sobre os portadores de carga uma força elétrica  $\vec{F}_e$ .
- II. A força elétrica  $\vec{F}_e$ , que surge devido a separação de cargas no condutor, tende a equilibrar a ação da força magnética  $\vec{F}_m$  exercida pelo campo magnético uniforme
- III. O campo elétrico  $\vec{E}$ , que surge devido a separação de cargas no condutor, dá origem a uma força eletromotriz  $\varepsilon$ , que é a diferença de potencial nas extremidades do condutor.

São corretas

- a) somente I e II
- b) somente I e III.
- c) somente II e III.
- d) I, II e III.

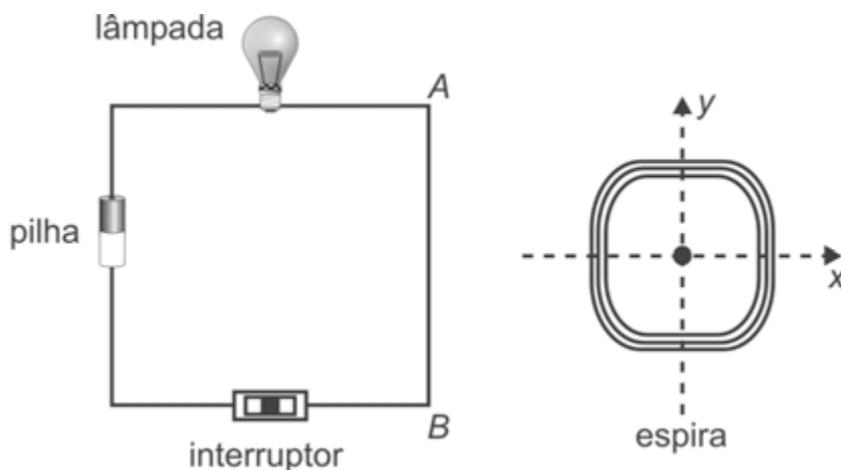
**Comentários:**

Imagine um elétron na barra. Pela regra da mão direita surgirá nele uma força magnética para cima. Dessa forma os elétrons irão se deslocar para a ponta superior da barra, criando uma diferença de potencial, que gerará um campo elétrico, que por sua vez criará uma força elétrica oposta nos elétrons, puxando eles para baixo. Quando o valor da força magnética for igual ao da força elétrica os elétrons entrarão em equilíbrio. Dessa forma todas as alternativas estão corretas.

**Gabarito: D**

**13. (AFA – 2007)**

Uma espira condutora é colocada no mesmo plano e ao lado de um circuito constituído de uma pilha, de uma lâmpada e de um interruptor.



As alternativas a seguir apresentam situações em que, após o interruptor ser ligado, o condutor  $AB$  gera uma corrente elétrica induzida na espira, EXCETO

- a) desligar o interruptor.



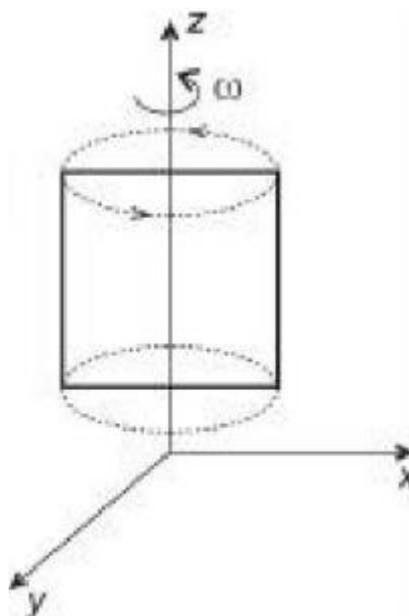
- b) "queimar" a lâmpada.
- c) mover a espira na direção  $x$ .
- d) mover a espira na direção  $y$ .

**Comentários:**

Para que uma corrente seja induzida dentro da espira temos que ter mudança de fluxo magnético. Veja que se o interruptor desligar ou a lâmpada queimar a corrente no circuito parará e consequentemente o fluxo que o sistema faz passar imediatamente para zero. Além disso, como o campo magnético é mais forte quanto mais perto do fio, ao mover a espira na direção  $x$  iremos mudar a intensidade do campo, e consequentemente do fluxo. Movendo a espira verticalmente, entretanto, não mudará o campo magnético na espira e consequentemente o fluxo. Não existirá fem induzida e nem corrente nesse último caso.

**Gabarito: D****14. (AFA – 2006)**

A figura abaixo mostra uma espira condutora quadrada, de lado  $l = 0,1$  m, que gira com velocidade angular  $\omega$  constante em torno do eixo  $z$  num campo magnético uniforme de intensidade  $B = 1$  T, na direção do eixo  $x$ . A velocidade angular da espira para que seja induzida uma f.e.m. de, no máximo, 10 V é



- a) 100 rad/s
- b) 200 rad/s
- c) 1000 rad/s
- d) 2000 rad/s



**Comentários:**

Considerando a espira originalmente no eixo X, a projeção da área da espira no sentido perpendicular do campo vale:

$$A = A_0 \sin (wt)$$

Logo o fluxo magnético da espira vale:

$$\phi = BA = BA_0 \sin(wt)$$

A fem induzida na espira vale:

$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -BA_0 w \cos(wt)$$

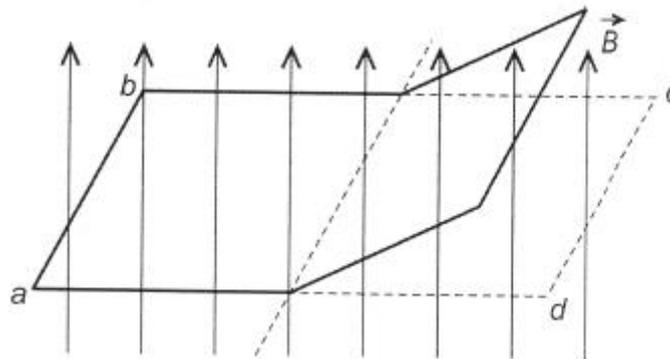
O valor máximo da fem induzida, portanto, vale:

$$\epsilon_{m\acute{a}x} = BA_0 w \rightarrow w = \frac{\epsilon_{m\acute{a}x}}{BA_0} = \frac{10}{1 \cdot 0,1^2} = 1000 \text{ rad/s}$$

**Gabarito: C**

**15. (AFA – 2005)**

A figura a seguir mostra uma espira retangular abcd imersa num campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , que a atravessa perpendicularmente.



Se metade da espira for girada no sentido anti-horário, como mostra a ilustração acima, pode-se afirmar que, durante este processo, a corrente elétrica induzida

- a) é constante.
- b) tem o sentido de b para a.
- c) varia linearmente com o tempo.
- d) independe da velocidade de giro.

**Comentários:**

Antes da metade direita girar  $90^\circ$  o fluxo na espira diminui, conseqüentemente pela lei de Lenz deve ser formado um campo a favor de aumentar o fluxo, gerando, pela regra da mão direita, uma corrente de b para a que tende a formar um campo induzido no mesmo sentido do campo original.

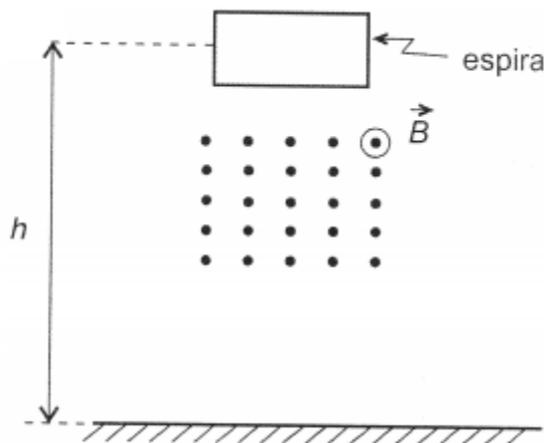


Depois de a metade direita girar  $90^\circ$  o fluxo aumentará e consequentemente a corrente induzida terá sentido oposto, sendo de a para b.

**Gabarito: B**

**16. (AFA – 2005)**

Uma espira metálica é abandonada, a partir do repouso, de uma altura  $b$  acima do solo. Em determinado trecho, ela passa por uma região onde existe um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , conforme mostra a figura.



Pode-se afirmar que

- há conservação da energia mecânica durante toda a queda.
- sua velocidade é constante quando totalmente imersa em  $\vec{B}$
- sua aceleração diminui ao penetrar em  $\vec{B}$  e aumenta ao abandonar a região de  $\vec{B}$
- sua velocidade final é menor que  $\sqrt{2gh}$

**Comentários:**

Quando a espira começa a penetrar no campo existe variação de fluxo, dessa forma uma fem é induzida na espira criando uma corrente de modo a formar um campo que seja oposto a  $\vec{B}$ , ou seja, uma corrente horária. Pela regra da mão direita, contanto que a espira ainda não tenha penetrado completamente no campo, somente a parte inferior sofrerá uma força magnética com sentido para cima, diminuindo então a aceleração da espira. Quando a espira está totalmente dentro do campo magnético existem duas forças opostas na parte inferior e superior da espira que se anulam, dessa forma a espira desce com aceleração  $\vec{g}$ . Finalmente quando a espira está saindo do campo, ocorre uma diminuição de fluxo e consequentemente uma fem induzida que cria uma corrente induzida de forma a criar um campo induzido que seja no mesmo sentido de  $\vec{B}$ , ou seja, uma corrente anti-horária. Pela regra da mão direita no trecho superior da espira vemos que isso gera uma força magnética para cima que também tende a desacelerar a espira. Dessa forma a espira chega no solo com uma velocidade menor que  $\sqrt{2gh}$  e não existe conservação de energia mecânica. Como a resistência da espira não é



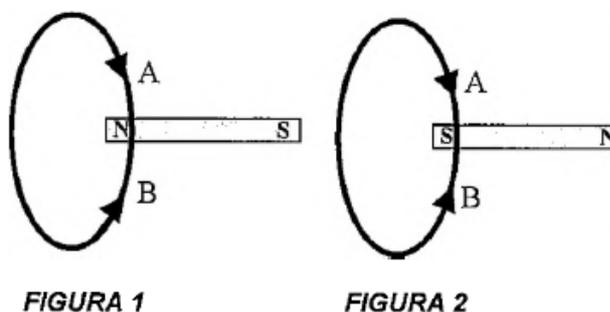
infinita, nos trechos que a espira está entrando e saindo de B temos potência dissipada igual a  $\frac{\epsilon^2}{R}$ , é essa energia dissipada que diminui a energia total da espira.

Sendo mais agressivo nesse problema, mesmo no trecho onde a espira está totalmente imersa no campo magnético existe uma força magnética nos elétrons para a direita que criará algo similar a um efeito Hall, fazendo com que os elétrons se movam para a parte direita da espira e gerando uma diferença de potencial entre as duas extremidades. Se a espira tiver resistência esse movimento dos elétrons dissipará energia na forma de calor, e conseqüentemente mesmo dentro do campo a espira dissipará energia, que virá às custas de energia mecânica.

**Gabarito: D com algumas ressalvas**

**17. (EN – 2019)**

Analise as figuras abaixo.



Cada uma das figuras acima mostra uma bobina de 200 espiras e um ímã cujos polos estão alinhados com o eixo central da bobina. Sendo assim, assinale a opção correta.

- Se na figura 1 o ímã se aproximar da bobina, surgirá uma corrente elétrica induzida na bobina e terá o sentido B.
- Se na figura 2 o ímã se afastar da bobina, surgirá uma corrente elétrica induzida na bobina e terá o sentido B.
- Se na figura 1 o ímã se aproximar ou se afastar da bobina, surgirá uma corrente elétrica na bobina e terá o sentido B.
- Se na figura 2 a bobina se aproximar do ímã, surgirá uma corrente elétrica induzida na bobina e terá o sentido de B.
- O movimento do ímã não pode induzir corrente elétrica na bobina. Só surgirá corrente elétrica na bobina se ela estiver ligada a uma fonte de energia elétrica.

**Comentários:**

O campo magnético sempre sai do polo N do ímã e chega no polo S. Se na figura 1 a bobina ou o ímã se aproximarem aumentará o campo efetivo que passa pela bobina, e na bobina, pela lei de Lenz, será induzida uma corrente que criará um campo para diminuir tal fluxo, ou seja, um campo no sentido de A. Já se ambos se afastarem, ocorrerá um campo no sentido de B. Analogamente, na figura 2 temos o

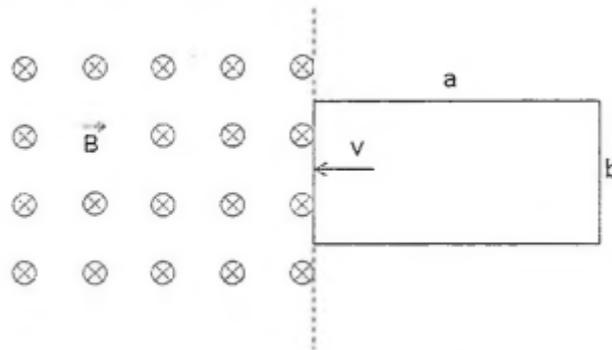


polo S se aproximando, e conseqüentemente uma corrente no sentido B. Já se o imã se afastar, teremos uma corrente no sentido A.

**Gabarito: D**

**18. (EN – 2018)**

Analise a figura abaixo.



A figura acima mostra uma espira retangular, de lados  $a = 40 \text{ cm}$  e  $b = 20 \text{ cm}$ , no instante  $t = 0$ . Considere que a espira se move com velocidade  $v = 5,0 \text{ cm/s}$ , para a esquerda, perpendicularmente a um campo magnético uniforme de indução,  $B = 2,0 \text{ T}$ . Sabendo que a espira tem uma resistência de  $20 \Omega$ , qual é a intensidade, em ampère, da corrente elétrica na espira em  $t = 3,0 \text{ s}$ ?

- a)  $1,0 \cdot 10^{-3}$
- b)  $2,0 \cdot 10^{-3}$
- c)  $3,0 \cdot 10^{-3}$
- d)  $1,0 \cdot 10^{-2}$
- e)  $2,0 \cdot 10^{-2}$

**Comentários:**

Em  $t=3\text{s}$  a espira ainda não estará completamente imersa no campo, dessa forma:

$$\phi = BA$$

$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -B \frac{dA}{dt} = -Bbv = -2 \cdot 0,2 \cdot 0,05 = -2 \cdot 10^{-2} \text{ V}$$

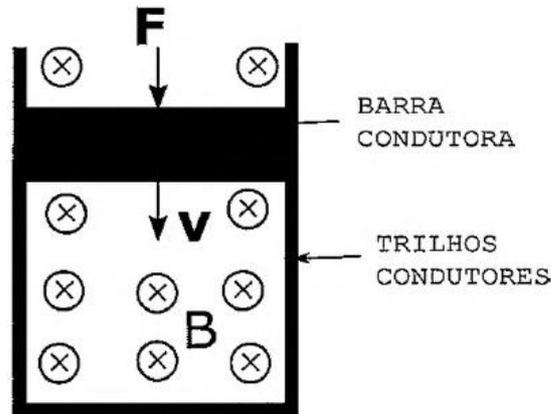
$$i = \frac{\epsilon}{R} = 10^{-3} \text{ A}$$

**Gabarito: A**

**19. (EN – 2017)**

Analise a figura abaixo.





Imersa numa região onde o campo magnético tem direção vertical e módulo  $B = 6,0\text{T}$ , uma barra condutora de um metro de comprimento, resistência elétrica  $R = 1,0\Omega$  e massa  $m = 0,2\text{ kg}$  desliza sem atrito apoiada sobre trilhos condutores em forma de "U" dispostos horizontalmente, conforme indica a figura acima. Se uma força externa  $F$  mantém a velocidade da barra constante e de módulo  $v = 2,0\text{m/s}$ , qual o módulo da força  $F$ , em newtons?

- a) 6,0
- b) 18
- c) 36
- d) 48
- e) 72

**Comentários:**

Como o fluxo está diminuindo, surgirá uma corrente no sentido de aumentar o fluxo no sentido horário.

$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -Blv = -6 \cdot 1 \cdot 2 = -12\text{V}$$

$$i = \epsilon R = 12\text{A}$$

Desconsiderando o campo magnético formado pelo fio inferior, e considerando a força magnética criada somente pelo campo externo:

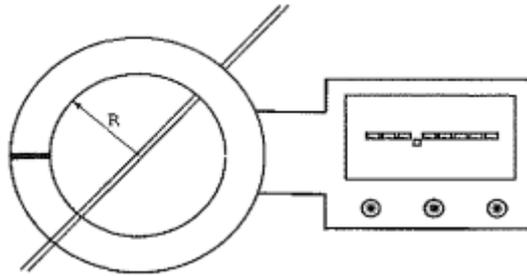
$$F = Bil = 6 \cdot 12 \cdot 1 = 72\text{N}$$

**Gabarito: E com algumas ressalvas**

**20. (EN – 2017)**

Analise a figura abaixo.





Um instrumento denominado amperímetro de alicate é capaz de medir a corrente elétrica em um ou mais condutores apenas os envolvendo com suas garras (ver figura). Quando essas são fechadas, o campo magnético produzido pelas correntes envolvidas pode ser medido por um sensor. Considere que dois condutores retilíneos, muito próximos um do outro, atravessam o centro da área circular, de raio  $R$ , entre as garras do medidor. Sendo assim, o campo magnético medido pelo sensor será

- a) zero, se as correntes nos fios forem de mesmo módulo  $I$  e tiverem sentidos contrários.
- b)  $\frac{\mu_0 I}{\pi R^2}$ , se as correntes forem de mesmo módulo  $I$  e tiverem o mesmo sentido.
- c)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ , se as correntes forem de mesmo módulo  $I$  e tiverem o mesmo sentido.
- d)  $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$ , se as correntes forem de mesmo módulo  $I$  e tiverem sentidos contrários.
- e) sempre zero.

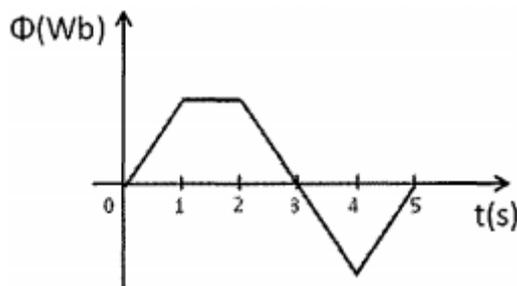
**Comentários:**

Se as correntes tiverem sentidos contrários, os campos produzidos serão opostos, e o campo magnético medido será zero. Se as correntes tiverem mesmo sentido o campo será duas vezes o original, ou seja,  $\frac{\mu_0 I}{\pi R}$

**Gabarito: A**

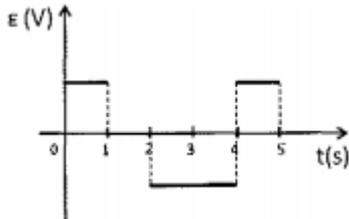
**21. (EN – 2013)**

Analise a figura a seguir.

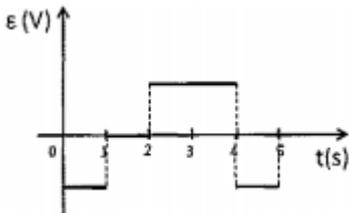


O gráfico da figura acima registra a variação do fluxo magnético,  $\Phi$ , através de uma bobina ao longo de 5 segundos. Das opções a seguir, qual oferece o gráfico da f.e.m induzida,  $\epsilon$ , em função do tempo?

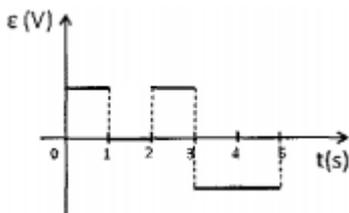
A.



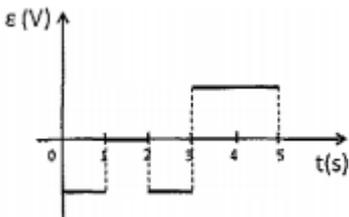
B.



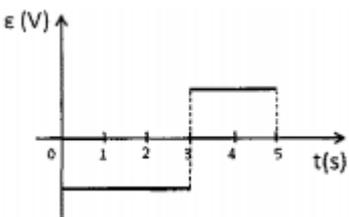
C.



D.



E.



**Comentários:**

A fem induzida é dada por menos a derivada em função do tempo (inclinação) do fluxo, que é positiva entre 0 e 1 s, zero entre 0 e 2 s, negativa entre 2 e 4 s e positiva entre 4 e 5 s. Esse menos é para falar que a fem tem o sentido contrário ao aumento de fluxo. Entretanto, sem um referencial (que o exercício não forneceu), tanto A quanto B poderiam estar corretas. Para que somente A estivesse

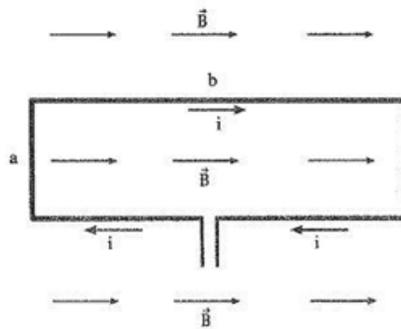


correta, o exercício deveria ter especificado no enunciado “Considerando o sentido de fem positiva como o sentido que produz um campo induzido que tende a aumentar o fluxo”

**Gabarito: A ou B**

**22. (EN – 2013)**

Uma espira retangular (com uma volta de fio) de lados  $a = 0,50 \text{ m}$  e  $b = 2,0 \text{ m}$  está, no instante inicial  $t = 0$ , disposta no plano da folha e imersa numa região na qual existe um campo magnético uniforme para direita de módulo igual a  $1,0 \text{ tesla}$ . A corrente  $i = 0,20 \text{ A}$  circula na espira no sentido horário. Em virtude do torque magnético, a espira gira de  $30^\circ$  no intervalo de tempo de  $2,0 \text{ s}$ . O módulo do torque magnético inicial, em  $\text{N.m}$ , atuando sobre a mesma, e o valor absoluto da força eletromotriz média induzida pelo giro, em, volt, respectivamente, são:



- a) zero e 0,15
- b) 0,10 e 0,15
- c) 0,10 e 0,20
- d) 0,20 e 0,25
- e) 0,20 e  $0,25 \sqrt{3}$

**Comentários:**

Temos uma força magnética entrando no plano no ramo esquerdo e saindo do plano no ramo direito. O torque em relação ao centro geométrico vale:

$$T = 2F_m \left( \frac{b \cos \theta}{2} \right) = Biab \cos \theta$$

O torque magnético inicial vale:

$$T_0 = Biab = 0,2T$$

O fluxo magnético na espira vale:

$$\phi = Bab \sin \theta$$

A fem induzida vale:



$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

A fem induzida média vale:

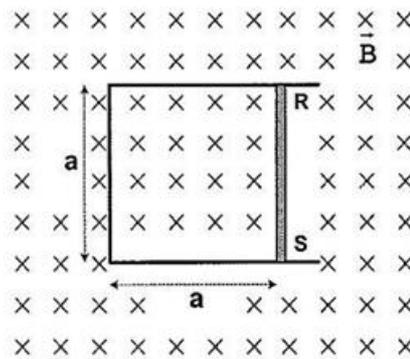
$$|\bar{\epsilon}| = \frac{1}{T} \int \frac{d\phi}{dt} dt = \frac{1}{T} \int d\phi = \frac{\Delta\phi}{T} = \frac{Bab}{T} (\sin \theta_f - \sin \theta_0) = 0,25 V$$

Para não utilizar integral na hora da sua prova, sempre decore: A fem induzida média vale a variação do fluxo pela variação do tempo (ela se comporta de maneira linear).

**Gabarito: D**

**23. (EN – 2019)**

Uma barra condutora, de comprimento  $a = 0,5m$  e resistência elétrica  $2,00 \Omega$ , está presa por dois pontos de solda, R e S, a uma haste metálica em forma de U de resistência elétrica desprezível que se encontra fixa sobre uma mesa, numa região de campo magnético  $B$ , conforme indica a figura. Ao disparo de um cronômetro, o módulo do campo magnético começa a variar no tempo segundo a equação  $B = 4,0 + 8,0t$ , onde o campo magnético é medido em tesla e o tempo em segundos. Sabe-se que os pontos de solda romperão, se uma força igual ou superior a  $20N$  for aplicada a cada um deles. Qual é o instante, em segundos, em que os pontos de solda R e S romperão?



- a) 3,5
- b) 5,0
- c) 6,5
- d) 8,0
- e) 9,5

**Comentários:**

O fluxo na espira vale:

$$\phi = BA = (4 + 8t)a^2$$

A fem induzida vale:



$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -8a^2$$

A corrente induzida vale:

$$i = \frac{\epsilon}{R} = \frac{8a^2}{R}$$

A força que age no fio considerando SOMENTE o campo externo é:

$$F = Bia = \frac{8a^3(4 + 8t)}{R} = 2 + 4t$$

Como o exercício disse que uma força de 20N tem que ser aplicada em cada um dos pontos, por equilíbrio de forças, uma força de 40N deve ser aplicada no centro geométrico do fio:

$$40 = 2 + 4t \rightarrow t = 9,5s$$

Entretanto, também existe um campo que age no segmento RS devido ao próprio campo que o fio faz, e que deve ser considerado para se calcular o valor real de t. De qualquer forma, o valor de t será praticamente o mesmo. Eu tomei liberdade de calcular a força que age em R devido ao campo produzido pela própria espira e o valor foi menor que  $0,1\mu N$ .

**Gabarito: E**

#### 24. (EN – 2019)

Uma espira retangular, de lados  $10,0\text{ cm}$  e  $20,0\text{ cm}$ , possui 40 voltas de fio condutor, estreitamente espaçados, e resistência elétrica de  $5,00\ \Omega$ . O vetor normal à área limitada pela espira forma um ângulo de  $60^\circ$  com as linhas de um campo magnético uniforme de módulo igual a  $0,800$  tesla. A partir do instante  $t_0 = 0$ , o módulo deste campo é reduzido uniformemente a zero e, em seguida, é aumentado uniformemente, porém em sentido oposto ao inicial, até atingir o módulo de  $1,20$  teslas, no instante  $t = 4,00\text{ s}$ . A intensidade média da corrente elétrica induzida na espira, neste intervalo de tempo, em miliamperes, é

- (A) 20,0
- (B) 25,0
- (C) 30,0
- (D) 35,0
- (E) 40,0

#### Comentários:

A fem média na espira vale:

$$|\bar{\epsilon}| = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

A variação de fluxo vale:

$$\Delta\phi = A\Delta B = 0,1 \cdot 0,2 \cdot \cos(60^\circ) \cdot (0,8 - (-1,2)) = 0,02\text{ V}\cdot\text{s}$$



Finalmente a corrente média vale:

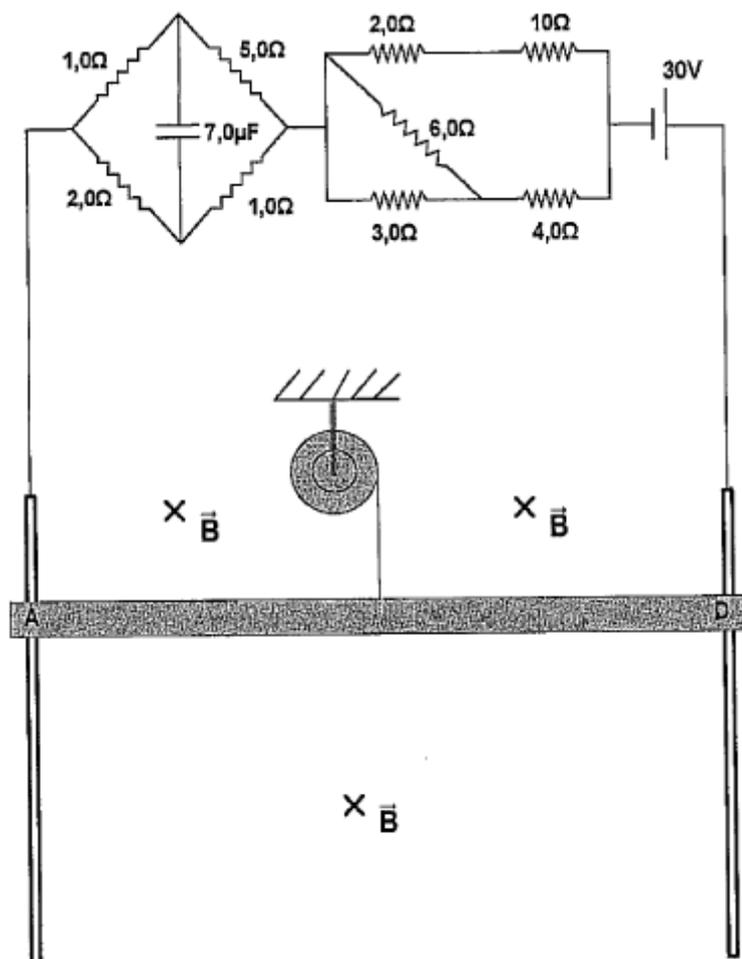
$$i = \frac{N}{R} \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{40}{5} \cdot \frac{0,02}{4} = 40 \text{ mA}$$

**Gabarito: E**

**25. (EN – 2007)**

A barra condutora AD de comprimento 1,0 m, massa 0,50 kg e resistência elétrica desprezível, ligada a um fio de massa desprezível, cai verticalmente com velocidade constante de 4,0 m/s. A barra faz contato com dois trilhos verticais e paralelos, ligados ao circuito mostrado abaixo, que também possuem resistência elétrica desprezível. Perpendicularmente ao plano da figura, existe um campo de indução magnética uniforme  $\vec{B}$  de intensidade igual a 1,5 teslas. Considere a aceleração da gravidade local igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , o capacitor completamente carregado e despreze todos os atritos. Calcule

- a) a tração no fio (em newtons); e (8 pontos)
- b) a carga no capacitor. (7 pontos)



**Comentários:**

A.

MAGNETISMO III



Como a barra está caindo (aumento de fluxo), existe uma fem induzida de A para B para diminuir o fluxo. Essa fem vale:

$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -Bvl = -1,5 \cdot 4 \cdot 1 = -6V$$

A resistência equivalente pode ser calculada por:

$$R_{eq} = (2 + 10) // (4 + 3 // 6) + (1 + 5) // (2 + 1) = 6\Omega$$

A corrente que flui no circuito pode ser calculada por:

$$i = \frac{(30 - 6)}{R_{eq}} = 4A$$

A força magnética que age no fio vale:

$$F_m = Bil = 1,5 \cdot 4 \cdot 1 = 6N$$

A força peso que age no fio vale:

$$P = mg = 5N$$

Logo a tração no fio vale:

$$T = P + F_m = 11N$$

B. A tensão no capacitor vale:

$$V = 2i - 1i = 4V$$

A carga vale:

$$Q = CV = 28 \mu C$$

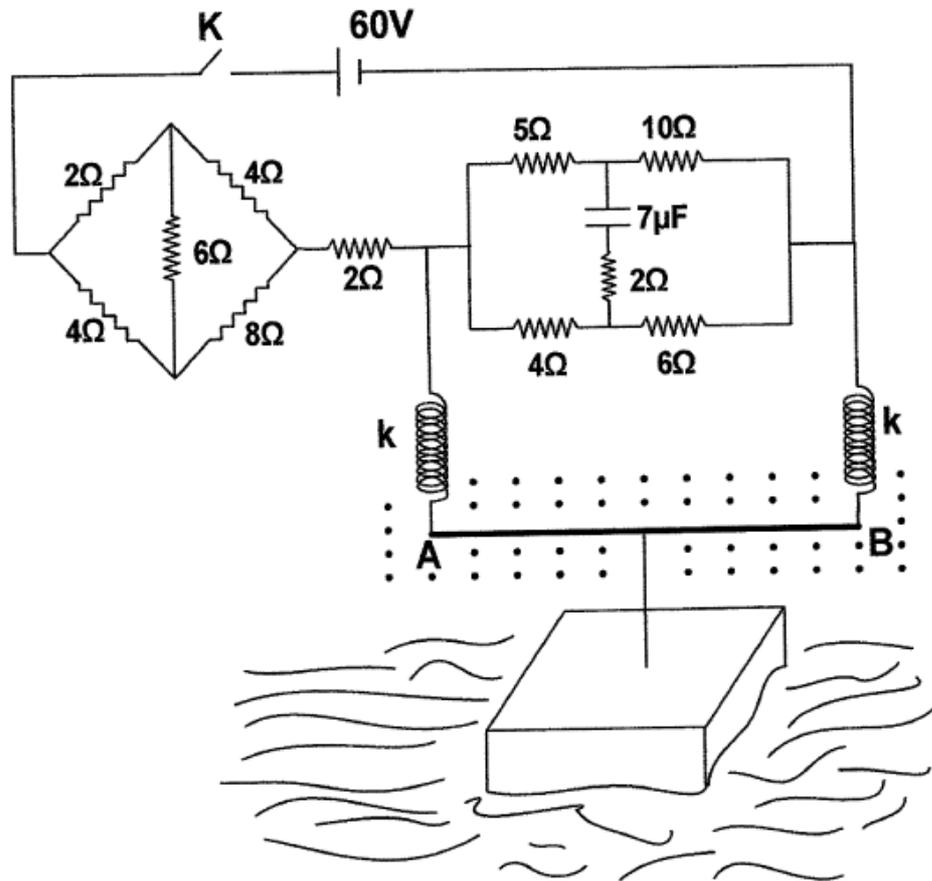
**Gabarito: A. 11N      B. 28  $\mu C$**

## 26. (EN – 2006)

Um condutor retilíneo AB, de comprimento igual a 2,0 m e massa desprezível, está imerso em um campo magnético uniforme de módulo igual a 1,0 tesla e sustentado por duas molas condutoras idênticas ideais de constante elástica igual a 0,10kN/m, como indica a figura abaixo. Uma haste rígida e isolante, de massa desprezível, tem uma extremidade presa ao condutor e a outra a um cubo maciço de aresta igual a 10 cm, densidade igual a  $0,90 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  e que flutua num líquido de densidade igual a  $2,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Verifica-se que quando a chave K está aberta nenhuma força é exercida pela haste sobre o cubo. No circuito elétrico temos um capacitor plano e de placas paralelas, de capacitância igual a  $7,0 \mu F$  e separação entre as placas de 2,0 mm. Sabe-se que o conjunto molas+condutor possui resistência elétrica total de  $12\Omega$  e que o módulo da aceleração da gravidade é  $10 \text{ m/s}^2$ . Com a chave K fechada e o capacitor completamente carregado, calcule

- a corrente que passa pelo resistor de  $5,0\Omega$  ; (10 pontos)
- o campo elétrico no interior do capacitor; e (5 pontos)
- o volume total imerso do cubo.(10 pontos)





**Comentários:**

A. Podemos ver que a primeira ponte de Wheatstone está balanceada.

$$R_{eq} = (2 + 4) // (4 + 8) + 2 + ((5 + 10) // (4 + 6)) // 12$$

$$R_{eq} = 6 // 12 + 2 + (15 // 10) // 12$$

$$R_{eq} = 4 + 2 + 6 // 12$$

$$R_{eq} = 10\Omega$$

A corrente que passa no circuito vale:

$$i = \frac{60}{10} = 6A$$

A corrente que passa pelo ramo AB vale:

$$i_{AB} = \frac{6}{6 + 12} i = 2A$$

A corrente que passa pelo ramo superior vale:

$$i_{cima} = i - i_{AB} = 4A$$

A corrente que passa pelo resistor de 5 vale:

$$i_5 = i_{cima} \cdot \frac{10}{10 + 15} = 1,6A$$



B. A corrente que passa pelo ramo dos resistores de 4 e de 6 ohms vale:

$$i_{46} = i_{cima} - i_5 = 2,4A$$

A ddp no capacitor vale:

$$V = 4i_{46} - 5i_5 = 1,6V$$

O campo elétrico no capacitor vale:

$$E = \frac{V}{d} = 800 N/C$$

C. O peso do cubo vale:

$$P = \rho a^3 g = 900 \cdot 0,1^3 \cdot 10 = 9N$$

A força de empuxo no cubo vale:

$$F_e = V\rho_l g = 20000V$$

Quando a chave está aberta nenhuma força é exercida no cubo, logo as molas estão na posição natural.

Nessa situação o empuxo é igual ao peso. Sendo h a altura do cubo submersa:

$$20000a^2h = 9 \rightarrow h = 4,5 \text{ cm}$$

A força magnética em AB vale:

$$F_m = Bi_{AB}l = 1 \cdot 2 \cdot 2 = 4N$$

Por equilíbrio de forças:

$$F_m + P = F_e + F_{elástica}$$

$$4 + 9 = 200h + 2k(h - 0,045)$$

$$13 = 200h + 200h - 9 \rightarrow 22 = 200h + 200h \rightarrow h = 5,5 \text{ cm}$$

$$V = a^2h = 550 \text{ cm}^3$$

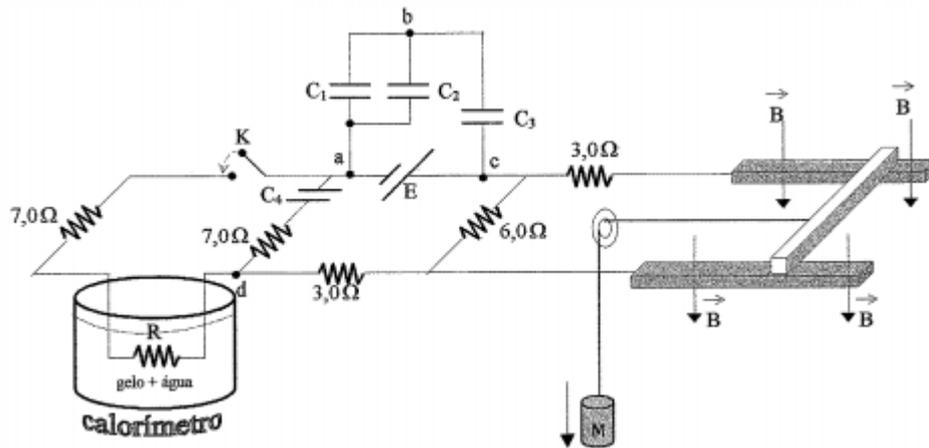
**Gabarito: A. 1,6A    B. 800 N/C    C. 550cm<sup>3</sup>**

### 27. (EN – 2006)

Uma barra metálica, de comprimento  $L = 1,0m$ , desliza sobre dois trilhos condutores horizontais puxada por um bloco de massa  $M$  (desconhecida). O conjunto barra e trilhos está imerso em um campo de indução magnética uniforme e vertical de módulo igual a 3,0 teslas. O coeficiente de atrito entre a barra e os trilhos vale 0,40. Um circuito elétrico está ligado nos extremos dos trilhos, como indica a figura abaixo. Despreze as resistências elétricas dos trilhos e da barra. Considere o gerador e polia ideais. Os capacitores estão completamente carregados e a chave  $K$  inicialmente aberta. Sabe-se ainda que o peso da barra vale  $20N$ , desliza com velocidade constante de módulo igual a  $5,0 \text{ m/s}$  e que o capacitor  $C_1$  está carregado com  $40\mu C$ .

Dados:  $C_1 = 1,0\mu F$ ;  $C_2 = 2,0\mu F$ ;  $C_3 = 6,0\mu F$ ;  $C_4 = 8,0\mu F$ ;  $R = 20\Omega$





No instante do fechamento da chave K, solta-se o bloco.

- Calcule a f.e.m do gerador e também a f.e.m induzida na barra metálica que se move no campo magnético. (6 pontos)
- Calcule a potência (em watts) do peso do bloco. (8 pontos)
- Calcule a energia eletrostática (em joules) armazenada no capacitor  $C_4$ . (5 pontos)
- Calcule o intervalo de tempo (em minutos) necessário para que o sistema constituído por 100 gramas de água e 30,0 gramas de gelo, a  $0,0^\circ\text{C}$ , atinja a temperatura de  $68^\circ\text{F}$ . (6 pontos)

Dados:  $C_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ cal/g}\cdot\text{K}$ ;  $L_{\text{fusão}} = 80 \text{ cal/g}$ ;  $1,0 \text{ cal} = 4,18\text{J}$

**Comentários:**

A. Se a carga em  $C_1$  é  $Q_1 = 40\mu\text{C}$ , a voltagem em  $C_1$  é  $V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = 40\text{V}$

A voltagem em  $C_2$  é a mesma de  $C_1$  e vale  $V_2 = 40\text{V}$ , a carga em  $C_2$  vale  $Q_2 = C_2V_2 = 80\mu\text{C}$

A carga em  $C_3$  é a soma das duas cargas anteriores e vale  $Q_3 = 120\mu\text{C}$ , além disso, a voltagem em  $C_3$  vale  $V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = 20\text{V}$

Finalmente, a voltagem no gerador vale:

$$V = 30 + 40 = 60\text{V}$$

A fem induzida na barra vale:

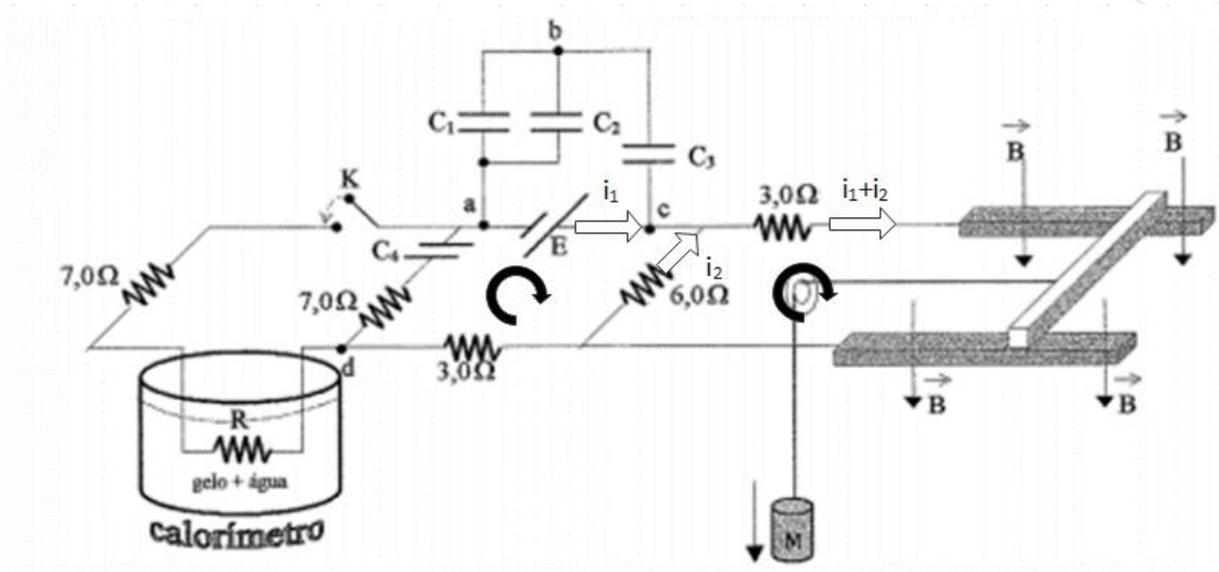
$$\epsilon = Bvl = 3 \cdot 5 \cdot 1 = 15\text{V}$$

No sentido a favor do gerador

B.

Por Kirchoff:





Na malha esquerda:

$$60 + 6i_2 - 3i_1 - 20i_1 - 7i_1 = 0$$

Na malha direita:

$$15 - 6i_2 - 3(i_1 + i_2) = 0$$

Formamos o sistema:

$$30i_1 - 6i_2 = 60$$

$$3i_1 + 9i_2 = 15$$

Com soluções:

$$i_1 = \frac{35}{16} A$$

$$i_2 = \frac{15}{16} A$$

A força magnética que se observa na barra é:

$$F_m = Bi_2 l = 3 \cdot \frac{15}{16} \cdot 1 = \frac{45}{16} N$$

A força de atrito vale:

$$F_a = P\mu = 8N$$

Dessa forma o peso do bloco vale:

$$P = F_m + F_a = \frac{173}{16} N$$

A potência realizada por esse peso vale:

$$P_p = Pv = \frac{865}{16} = 54,06 W$$

C. A ddp em  $C_4$  vale:

$$V = (R + 7)i_1 = 59,06V$$



$$E_4 = \frac{C_4 V_4^2}{2} = 13,95 \text{ mJ}$$

D. A potência dissipada por R vale:

$$P_R = R i_1^2 = \frac{6125}{64} \text{ W}$$

A quantidade de energia necessária para derreter o gelo vale:

$$Q_1 = m_{\text{gelo}} L_{\text{fusão}} = 30 \cdot 80 \cdot 4,18 = 10032 \text{ J}$$

A quantidade de energia necessária para levar o sistema a 68°F vale:

$$Q_2 = m_{\text{total}} c_{\text{água}} \Delta T = 130 \cdot 1 \cdot \frac{68 - 32}{1,8} \cdot 4,18 = 10868 \text{ J}$$

A quantidade total de energia necessária é então:

$$Q = 20900 \text{ J}$$

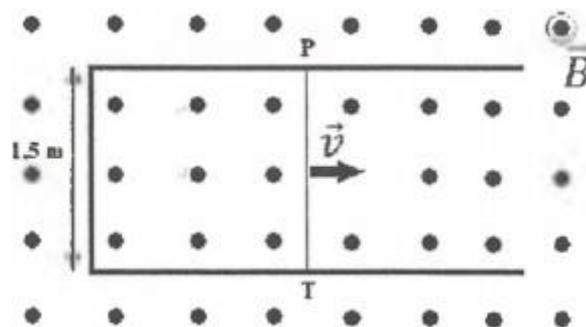
Logo o intervalo de tempo é:

$$Q = P_R \Delta t \rightarrow \Delta t = 218,4 \text{ s}$$

**Gabarito: A. 60V e 15V      B. 54,06W      C. 13,95mJ      D. 218,4s**

**28. (EFOMM – 2019)**

Um condutor retilíneo PT, de resistência  $R = 20,0 \Omega$ , está em contato com um condutor de resistência desprezível e dobrado em forma de U, como indica a figura. O conjunto está imerso em um campo de indução magnética  $\vec{B}$ , uniforme, de intensidade  $15,0 \text{ T}$ , de modo que  $\vec{B}$  é ortogonal ao plano do circuito. Seu Demi, um operador, puxa o condutor PT, de modo que este se move com velocidade constante  $\vec{v}$ , como indica a figura, sendo  $v = 4,0 \text{ m/s}$ . Determine a força eletromotriz induzida no circuito e o valor da força aplicada por seu Demi ao condutor PT.



- a) 45 V e 80,45 N
- b) 65 V e 90,10 N
- c) 80 V e 100,65 N
- d) 90 V e 101,25 N
- e) 100,85 V e 110,95 N



**Comentários:**

Como o fluxo está aumentando, é induzida uma corrente horária, que cria uma força para esquerda.

$$\epsilon = Bvl = 15 \cdot 4 \cdot 1,5 = 90V$$

A corrente induzida vale:

$$i = \frac{\epsilon}{R} = \frac{90}{20} = 4,5A$$

A força magnética gerada vale:

$$F_m = Bil = 15 \cdot 4,5 \cdot 1,5 = 101,25N$$

A força que o operador realiza é igual à força magnética pois a velocidade não varia:

$$F = 101,25N$$

**Gabarito: D**

**29. (EFOMM – 2017)**

Um fio de resistência  $5\Omega$  e  $2,4$  m de comprimento forma um quadrado de  $60$  cm de lado. Esse quadrado é inserido por completo, com velocidade constante, durante  $0,90$  segundos em um campo magnético constante de  $10,0$  T (de forma que a área do quadrado seja perpendicular às linhas do campo magnético). A intensidade de corrente que se forma no fio é  $i_1$ . Outro fio reto de  $2,0$  m de comprimento possui uma intensidade de corrente  $i_2$ , quando imerso em um campo magnético constante de módulo  $10,0$  T. A força magnética que atua no fio possui módulo  $8,0$  N. A direção da força é perpendicular à do fio e à direção do campo magnético.

A razão entre os módulos de  $i_1$  e  $i_2$  é:

- A. 0,2
- B. 0,4
- C. 0,5
- D. 2,0
- E. 4,0

**Comentários:**

No primeiro caso, a velocidade de inserção vale:

$$v_1 = \frac{0,6}{0,90} = \frac{2}{3} m/s$$

A fem induzida vale:

$$\epsilon_1 = B_1 v_1 l_1 = 10 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,6 = 4V$$

A corrente induzida vale:



$$i_1 = \frac{\epsilon_1}{R_1} = \frac{4}{5} = 0,8A$$

No segundo caso:

$$F_{m_2} = Bi_2l_2$$

A corrente que age no fio vale:

$$i_2 = \frac{8}{10 \cdot 2} = 0,4A$$

$$\frac{i_1}{i_2} = 2$$

**Gabarito: D**

---

### 30. (EFOMM – 2016)

Uma espira condutora retangular rígida move-se, com velocidade vetorial  $\vec{v}$  constante, totalmente imersa numa região na qual existe um campo de indução magnética  $\vec{B}$ , uniforme, constante no tempo, e perpendicular ao plano que contém tanto a espira como seu vetor velocidade. Observa-se que a corrente induzida na espira é nula. Podemos afirmar que tal fenômeno ocorre em razão de o

- fluxo de  $\vec{B}$  ser nulo através da espira.
- vetor  $\vec{B}$  ser uniforme e constante no tempo
- vetor  $\vec{B}$  ser perpendicular ao plano da espira.
- vetor  $\vec{B}$  ser perpendicular a  $\vec{v}$ .
- vetor  $\vec{v}$  ser constante.

#### Comentários:

O fluxo que percorre a espira vale:

$$\phi = BA \cos \theta$$

A fem induzida vale:

$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = BAw \sin \theta$$

Se esse fluxo é nulo quer dizer que ou  $w = 0$  ou  $\sin \theta = 0 \rightarrow w = 0$ .

Dessa forma a espira não pode rotacionar, ou seja, o vetor velocidade deve ser constante.

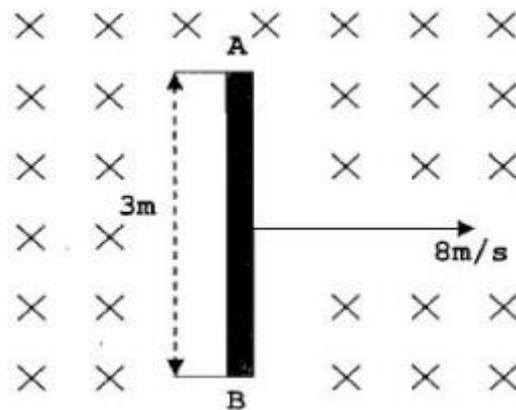
**Gabarito: E**

---

### 31. (EFOMM – 2012)



A haste AB de cobre mede 3,0 metros e move-se, com velocidade constante igual a 8,0 m/s, numa região de campo magnético uniforme de módulo 1,5 tesla. A direção do campo é perpendicular ao plano da página e o seu sentido é voltado para dentro desta, conforme indica a figura. A diferença de potencial, em volts, entre as extremidades A e B da haste, é:



- a) 36
- b) 32
- c) 28
- d) 24
- e) 20

**Comentários:**

Pela regra da mão direita, surgirá nos elétrons uma força magnética para baixo, que produzirá vacâncias positivas na parte de cima da barra. Os elétrons se estabilizarão quando a força elétrica produzida pela diferença de potencial gerada for igual à força magnética, similar ao efeito Hall.

$$F_m = F_e$$

$$evB = eE = \frac{eV}{d}$$

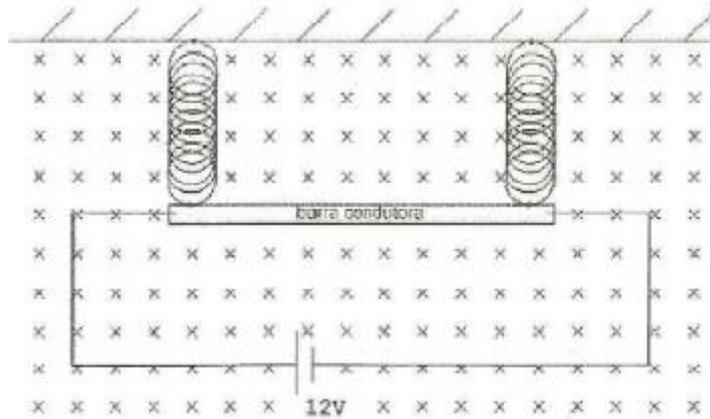
$$V = vBd = 8 \cdot 1,5 \cdot 3 = 36V$$

**Gabarito: A**

**32. (EFOMM – 2011)**

Analise a figura a seguir.





Duas molas idênticas, feitas de material isolante, de constante elástica  $k = 5,0 \text{ N/m}$ , presas ao teto, sustentam uma barra condutora de resistência elétrica  $3,0 \Omega$ , comprimento  $0,2 \text{ m}$  e massa  $0,5 \text{ kg}$ , cujas extremidades estão ligadas aos bornes de uma bateria de  $12 \text{ V}$ , conforme mostra a figura acima. O sistema está em repouso e imerso em um campo magnético uniforme de  $3,0 \text{ T}$  gerado por uma eletroímã. Considere que no instante  $t$  o campo magnético seja desligado e os bornes da bateria desconectados da barra. Nessa situação, qual será a amplitude, em metros, do movimento harmônico simples executado pela barra condutora, após o instante  $t$ ?

Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 0,16
- b) 0,18
- c) 0,20
- d) 0,22
- e) 0,24

**Comentários:**

O peso da barra é igual a:

$$P = mg = 5 \text{ N}$$

A corrente que flui na barra (e faz uma força para cima) tem valor:

$$i = \frac{V}{R} = 4 \text{ A}$$

A força magnética que age na barra vale:

$$F_m = Bil = 3 \cdot 4 \cdot 0,2 = 2,4 \text{ N}$$

Dessa forma a distensão da mola vale:

$$P = F_m + F_e \rightarrow 2kx = 5 - 2,4 = 2,6 \rightarrow x = 0,26 \text{ m}$$

Quando o campo magnético e a bateria são desligados, a barra oscilará em torno do ponto de equilíbrio, que é:

$$2kx_{eq} = mg \rightarrow x_{eq} = \frac{mg}{2k} = 0,5 \text{ m}$$

Logo a amplitude será:

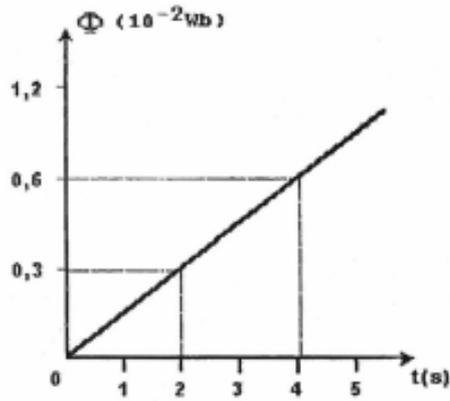


$$A = 0,5 - 0,26 = 0,24m$$

**Gabarito: E**

**33. (EFOMM – 2011)**

Observe o gráfico a seguir.



O gráfico acima mostra o fluxo magnético, em função do tempo, que atravessa um anel metálico. Sendo a resistência elétrica do anel igual a  $0,3\Omega$ , a corrente elétrica que o percorre é, em miliampere, igual a

- a) 5
- b) 6
- c) 7
- d) 8
- e) 9
- f) -128,47

**Comentários:**

A fem induzida vale a variação do fluxo, que é a inclinação do gráfico:

$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{0,6 \cdot 10^{-2}}{4} = -1,5mV$$

A corrente que percorre o fio vale:

$$i = \frac{\epsilon}{R} = 5mA$$

**Gabarito: A**

**34. (EFOMM – 2009)**

Um toróide, no circuito de uma das repetidoras de radar do passadiço tem uma seção reta quadrada de lado igual a 8cm, raio interno de 18 cm, 400 espiras e é atravessado por uma



corrente de intensidade igual a 0,8 A. O valor aproximado do fluxo magnético através da seção reta do toróide, em microwebers, é de aproximadamente

dado :  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ , em unidades do S.I.

- a) 2,056
- b) 3,074
- c) 5,022
- d) 6,034
- e) 8,012

**Comentários:**

O raio efetivo vale:

$$r = 18 + 4 = 22\text{cm}$$

O campo magnético criado pelo toróide vale:

$$B = \frac{\mu_i N}{2\pi R} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,8 \cdot 400}{2\pi \cdot 0,22} = 0,29\text{mT}$$

O fluxo magnético vale:

$$\phi = NBA = 400 \cdot 0,29 \cdot 0,08^2 = 744\mu\text{Wb}$$

**Gabarito: S/A**

**35. (EFOMM – 2008)**

Para a construção de um motor, experimenta-se colocar, sucessivamente, três tipos de espiras muito finas, feitas do mesmo material condutor e mesma área de seção transversal entre os polos de um ímã permanente. A primeira é quadrada e a segunda triangular, ambas de lados iguais a L. A terceira é circular de diâmetro L. Todas foram posicionadas, de forma que os planos aos quais cada uma pertencem sejam perpendiculares ao campo magnético do ímã. Considere também que foram submetidas à mesma diferença de potencial. Assinale a única afirmativa correta.

- a) A resistência elétrica da primeira espira é proporcional a 3L.
- b) A corrente elétrica que circula pela segunda espira é proporcional a  $\sqrt{3}$ .
- c) A força magnética sobre cada espira independe da intensidade da corrente elétrica que circula em cada uma delas.
- d) O fluxo magnético através da primeira espira será  $\pi$  vezes maior que o fluxo magnético através da terceira espira quando elas tiverem a mesma fase.
- e) Os torques exercidos sobre a primeira e a terceira espira são iguais.



**Comentários:**

O examinador não explicou que tipo de motor se tratava, se era de corrente AC ou DC, e nem inúmeras outras coisas que fazem com que a questão não seja respondível.

Para a primeira espira:

$$R_1 = \frac{\rho(4L)}{A}$$

$$i_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{VA}{4\rho L}$$

$$\phi_1 = BL^2$$

Para a segunda espira:

$$R_2 = \frac{\rho(3L)}{A}$$

$$i_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{VA}{3\rho L}$$

$$\phi_2 = B \left( \frac{L^2\sqrt{3}}{4} \right)$$

Para a terceira espira:

$$R_3 = \frac{\rho(\pi L)}{A}$$

$$i_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{VA}{\pi\rho L}$$

$$\phi_3 = B \left( \frac{\pi L^2}{4} \right)$$

Vamos analisar as alternativas:

A. Primeiro que não podemos colocar uma constante na proporcionalidade (falar que é proporcional a 3L é a mesma coisa que falar que é proporcional a L). Mas vamos tentar entender o examinador. Ele quis dizer que a corrente tem um fator de 3L, o que é falso.

B. Não existe esse fator.

C. Essa alternativa ficou muito imprecisa. Qual força magnética, a força magnética total, que é zero já que as espiras estão perpendiculares?

D. Falso, como podemos ver.

E. Quais torques? Segundo os dados do problema não existe torque sendo produzido.

**Gabarito: S/A**



ESCLARECENDO!



@prof.maldonado

