

## ELETROMAGNETISMO

### INTRODUÇÃO

#### 1 – ÍMÃS

O nome magnetismo vem de Magnésia, pequena região da Ásia Menor, onde foi encontrado em grande abundância um mineral naturalmente magnético. A pedra desse mineral é chamada magnetita ( $Fe_3O_4$  – ímã natural). Atualmente são mais usados ímãs artificiais, obtidos a partir de determinados processos de imantação.



Se tomarmos um ímã, de formato alongado, e pendurarmos pelo seu centro de massa, veremos que ele fica alinhado na direção geográfica norte-sul. A extremidade que aponta para o pólo norte geográfico é chamado **pólo norte do ímã**. A outra, aponta para o sul geográfico, é denominada **pólo sul do ímã**.

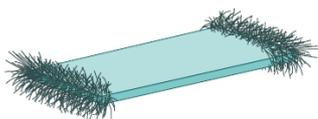
A bússola é um aparelho que explora essa característica, constituído apenas de uma agulha imantada, apoiada pelo seu centro de massa.



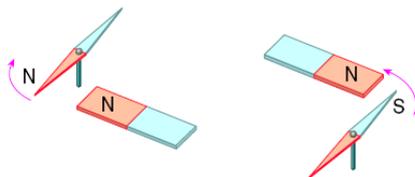
#### 2 – PROPRIEDADE DOS ÍMÃS

##### 1º- POLOS DE UM ÍMÃ

- Região onde as ações magnéticas são mais intensas.

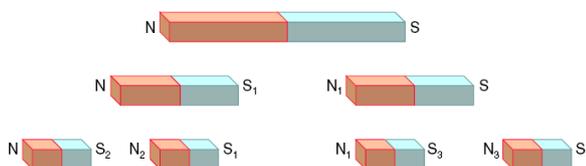


- Pólos de mesmo nome se repelem e de nomes diferentes se atraem.



##### 2º- INSEPARABILIDADE DOS POLOS

Quando um ímã é dividido em várias partes, cada uma das partes comporta-se como um novo ímã. Aparecem sempre os dois pólos.

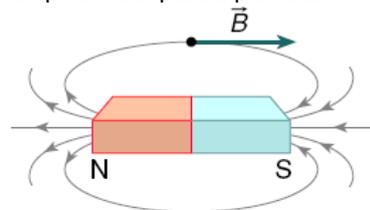


#### 3 – CAMPO MAGNÉTICO

A força magnética é uma força de campo, ou seja, atua mesmo que não haja contato entre os corpos. Logo, é conveniente imaginar a transmissão dessa ação por um agente que denominamos de campo magnético.

Campo magnético é a região do espaço onde um pequeno corpo de prova fica sujeito a uma força de origem magnética. Esse corpo de prova pode ser um pequeno objeto de material que apresente propriedades magnéticas.

Representamos o campo magnético em cada ponto de uma região pelo vetor campo magnético ( $\vec{B}$ ). Para construir as linhas de campo, podemos usar o conceito de domínio magnético. Cada domínio magnético é um pequeno ímã. Internamente as linhas de campo vão do pólo sul ao pólo norte e externamente do pólo norte para o pólo sul.



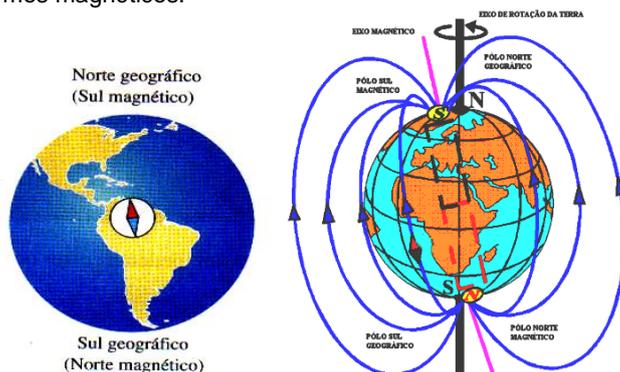
Em um campo magnético as linhas de indução do campo magnético são tais que o vetor campo magnético apresenta as seguintes características:

- sua direção é sempre tangente às linhas de campo em qualquer ponto dentro do campo magnético;
- seu sentido é o mesmo da linha de indução campo magnético;
- sua intensidade é proporcional à densidade das linhas de indução campo magnético.

No SI a unidade do vetor campo magnético  $\vec{B}$  é denominada Tesla (T).

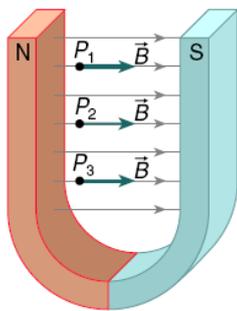
#### 4 - MAGNETISMO TERRESTRE

A Terra é um grande ímã. Sob a influência exclusiva do campo magnético da Terra, o pólo norte da bússola aponta para o pólo norte geográfico, portanto o pólo norte geográfico da Terra é um pólo sul em termos magnéticos. O pólo norte geográfico da Terra contém um pólo sul em termos magnéticos e o pólo sul geográfico da Terra contém um pólo norte em termos magnéticos.



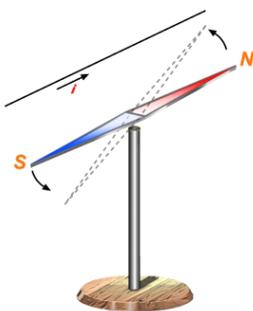
#### 5 – CAMPO MAGNÉTICO UNIFORME

É aquele no qual, em todos os pontos, o vetor  $\vec{B}$  tem a mesma direção, o mesmo sentido e a mesma intensidade. No campo magnético uniforme, as linhas de indução são retas paralelas igualmente espaçadas.



**6 – EXPERIÊNCIA DE OERSTED**

Em 1819 o físico dinamarquês Oersted observou que, quando a agulha de uma bússola é colocada próxima de uma corrente elétrica, essa agulha é desviada de sua posição. Ora, uma agulha magnética, suspensa pelo centro de gravidade, só entra em movimento quando está em um campo magnético. O deslocamento da agulha só se explica pela formação de um campo magnético em torno do condutor percorrido por corrente elétrica. Foi essa a primeira vez que se observou o aparecimento de um campo magnético juntamente com uma corrente elétrica.



**7 – MAGNETISMO NA MATÉRIA**

**a) SUBSTÂNCIAS FERROMAGNÉTICAS:** são substâncias que têm a propriedade de possuir domínios magnéticos, "pequenos ímãs" que sob a influência de um campo magnético externo, tendem a se alinhar com ele, fazendo com que a substância também se torne um ímã. Ex: ferro, cobalto, níquel e ligas que contenham esses elementos.

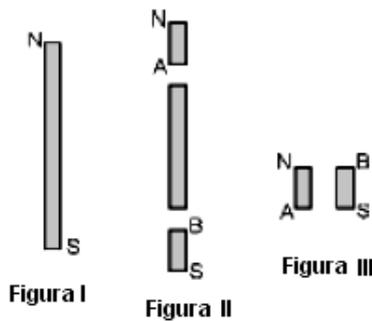
**b) SUBSTÂNCIAS PARAMAGNÉTICAS:** são as substâncias que se imantam fracamente sob influência de um campo magnético externo, resultando uma força de atração muito fraca. Ex: alumínio, cromo, platina, manganês, estanho, ar

**c) SUBSTÂNCIA DIAMAGNÉTICAS:** são as substâncias que interagem com o campo magnético, resultando uma fraca repulsão. Ex: prata, ouro, mercúrio, chumbo, zinco, bismuto, água.

**d) PONTO DE CURIE:** considere um prego atraído por um ímã e submetido a uma fonte de calor. Acima de determinada temperatura, a agitação térmica se torna tão intensa que impede a orientação dos domínios magnéticos. Nessas condições, o prego deixa de ser atraído pelo ímã. A temperatura a partir da qual a magnetização se desfaz é chamado ponto de Curie, cujo valor é específico para cada substância (aproximadamente 770 °C para o ferro).

**EXERCÍOS DE AULA**

**1. (FUVEST)** A figura I representa um ímã permanente em forma de barra, onde N e S indicam, respectivamente, polos norte e sul. Suponha que a barra seja dividida em três pedaços, como mostra a figura II. Colocando lado a lado os dois pedaços extremos, como indicado na figura III, é correto afirmar que eles



- a) se atrairão, pois A é polo norte e B é polo sul.
- b) se atrairão, pois A é polo sul e B é polo norte.
- c) não serão atraídos nem repelidos.
- d) se repelirão, pois A é polo norte e B é polo sul.
- e) se repelirão, pois A é polo sul e B é polo norte.

**2. (UEL)** Considere as seguintes afirmativas:

- I - Um prego será atraído por um ímã somente se já estiver imantado.
- II - As linhas de força de um campo magnético são fechadas.
- III - Correntes elétricas fluindo por dois condutores paralelos provocam força magnética entre eles.

Pode-se afirmar que somente

- a) I é correta.
- b) II é correta.
- c) III é correta.
- d) I e II são corretas.
- e) II e III são corretas.

**3. (UFSM)** Considere as afirmações a seguir, a respeito de ímãs.

- I. Convencionou-se que o polo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta o norte geográfico da Terra.
- II. Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e polos magnéticos de nomes contrários se atraem.
- III. Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um polo magnético.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

**4. (UERJ)** As linhas de indução de um campo magnético uniforme são mostradas abaixo.



Designando por N o polo norte e por S o polo sul de um ímã colocado no mesmo plano da figura, é possível concluir que o ímã permanecerá em repouso se estiver na seguinte posição:

- a) S N
- b) S N
- c) N S
- d) N S

**EXERCÍOS PROPOSTOS**

1. (CESGRANRIO-RJ) Uma barra imantada, apoiada numa superfície perfeitamente lisa e horizontal, é dividida habilidosamente em três pedaços (A, B e C).



Se a parte B é cuidadosamente retirada, então A e C:

- a) aproximam-se;
- b) afastam-se;
- c) oscilam;
- d) permanecem em repouso;
- e) desmagnetizam-se.

2. (UFMS) Leia atentamente as afirmativas que seguem.

I – O pólo norte geográfico é um pólo sul magnético.

II – Em um ímã permanente, as linhas de indução saem do pólo norte e vão para o pólo sul, independentemente de estarem na parte interna ou externa do ímã.

III – Considerando a agulha de uma bússola, a extremidade que aponta para o norte geográfico é o pólo norte magnético da agulha.

Está(ão) correta (s) a (s) afirmativa (s)

- a) I apenas.
- b) II apenas.
- c) III apenas.
- d) I e II apenas.
- e) I e III apenas.

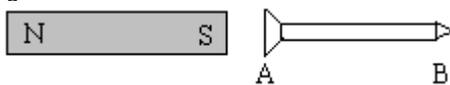
3. (FURG) O ímã em forma de barra mostrado abaixo é quebrado, com cuidado, em duas partes.



Os pólos das peças obtidas estão corretamente representados na alternativa

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

4. (UFRS) Um prego de ferro AB, inicialmente não imantado, é aproximado do pólo sul (S) de um ímã permanente, conforme mostra a figura.



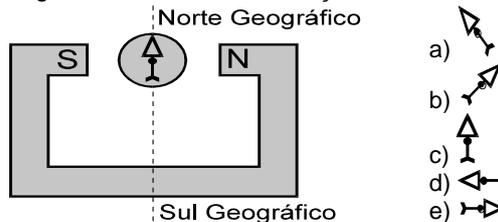
Nessa situação, forma-se um pólo ..... , e o ímã e o prego se .....

- a) sul em A – atraem
- b) sul em A – repelem.
- c) sul em B – repelem.
- d) norte em A – atraem.
- e) norte em B – atraem.

5. (UEL) No Equador geográfico da Terra, o campo magnético terrestre tem sentido do:

- a) centro da Terra para o espaço exterior.
- b) Norte para o Sul geográficos.
- c) Sul para o Norte geográficos.
- d) Oeste para o Leste.
- e) Leste para o Oeste

6. (ACAFE) Uma bússola, com uma agulha orientada inicialmente na direção Norte/Sul da Terra, é colocada entre os pólos de um ímã, conforme a figura abaixo. O ímã possui um campo magnético da mesma ordem de grandeza do campo magnético terrestre. A orientação resultante da agulha é:



7. (UFRS) Analise cada uma das afirmações e indique se é verdadeira (V) ou falsa (F).

( ) Nas regiões próximas aos pólos de um ímã permanente, a concentração de linhas de indução é maior do que em qualquer outra região ao seu redor.

( ) Qualquer pedaço de metal colocado nas proximidades de um ímã permanente torna-se magnetizado e passa a ser atraído por ele.

( ) Tomando-se um ímã permanente em forma de barra e partindo-o ao meio em seu comprimento, obtém-se dois pólos magnéticos isolados, um pólo norte em uma das metades e um pólo sul na outra.

Quais são, pela ordem, as indicações corretas?

- a) V - F - F
- b) V - F - V
- d) F - F - V
- c) V - V - F
- e) F - V - V

8. (UFRS) Quando se tem uma barra de ferro magnetizada, pode-se explicar essa magnetização, admitindo que foram:

- a) acrescentados elétrons à barra.
- b) retirados elétrons da barra.
- c) acrescentados ímãs elementares à barra.
- d) retirados ímãs elementares da barra.
- e) ordenados os ímãs elementares da barra.

**GABARITO**

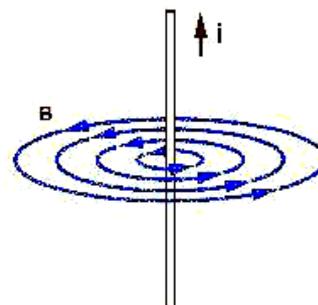
**EXERCÍCIOS PROPOSTOS**

1) A	2) E	3) C	4) D	5) C	6) A
7) A	8) E				

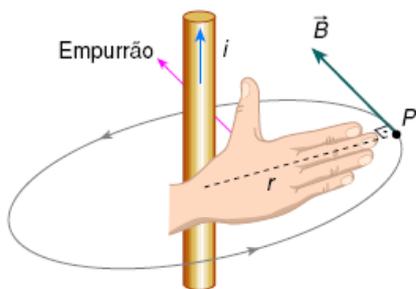
**CAMPO MAGNÉTICO DAS CORRENTES**

**1- CAMPO DE UM CONDUTOR LONGO**

As linhas de indução do campo magnético de um condutor reto e longo, percorrido por corrente elétrica, são circunferências concêntricas ao condutor, situadas em planos perpendiculares a ele.



Em um ponto P, a uma distância r do fio, o vetor indução magnética terá as seguintes características:



- **Direção:** tangente à linha de indução que passa pelo ponto P;
- **Sentido:** determinado pela regra da mão direita.

• **INTENSIDADE:**  $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$

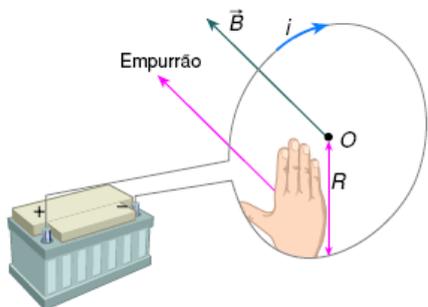
$\mu_0$  = permeabilidade magnética do vácuo e vale  $4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

**OBS.:**

- $\odot$  representa a ponta do vetor orientado do plano para o observador
- $\otimes$  representa o penacho do vetor orientado do observador para o plano.

**2- ESPIRA CIRCULAR**

Considere uma espira circular (condutor dobrado com forma de circunferência) de centro O e raio R.

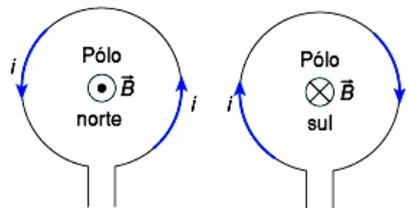
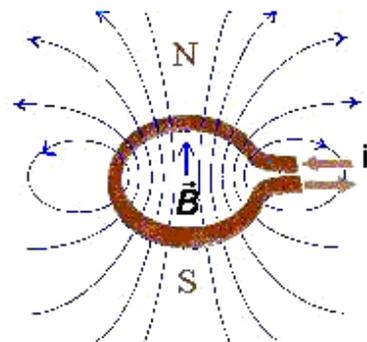


No centro de uma espira circular que transporta uma corrente elétrica, fica estabelecido um campo magnético  $\vec{B}$ , com as seguintes características:

- **Direção:** perpendicular ao plano da espira.
- **Sentido:** determinado pela regra da mão direita.

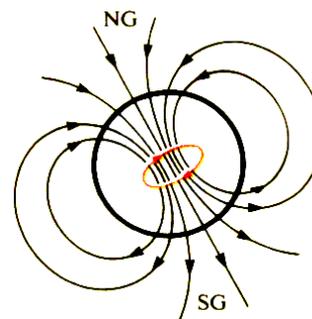
• **Intensidade:**  $B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2R}$

Em um ímã, as linhas de indução saem do pólo norte e chegam ao pólo sul. Uma espira percorrida por corrente elétrica origina um campo magnético análogo ao de um ímã, e então atribui-se a ele um pólo norte, do qual as linhas saem, e um pólo sul, no qual elas chegam.



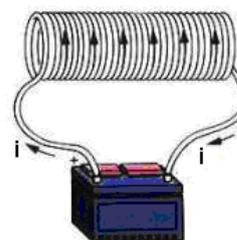
Pólo norte: se a corrente for vista no sentido anti-horário.  
Pólo sul: se a corrente for vista no sentido horário.

Modernamente, determinações do campo magnético da Terra mostram que ele é semelhante ao campo magnético originado por uma espira circular percorrida por corrente muito intensa.



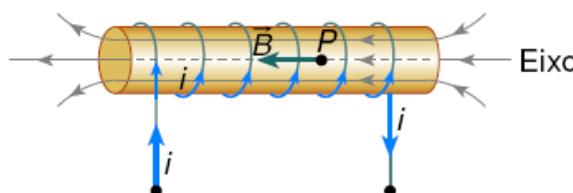
**3- CAMPO DE UM SOLENÓIDE**

Denomina-se **solenóide** um fio condutor enrolado segundo espiras iguais, de um lado ao outro, igualmente espaçadas.



No interior do solenóide, o campo é praticamente uniforme e tem direção de seu eixo geométrico. Na região externa o campo é praticamente nulo.

Se no interior do solenóide for introduzido um núcleo de ferro, a intensidade do vetor indução magnético aumentará.



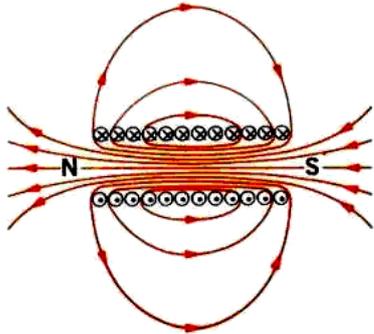
No interior do solenóide, o vetor indução magnética  $B$  tem as seguintes características:

- **direção:** do eixo geométrico do solenóide.
- **sentido:** determinado pela regra da mão direita

• **intensidade:** 
$$B = \frac{\mu_0 N \cdot i}{L}$$

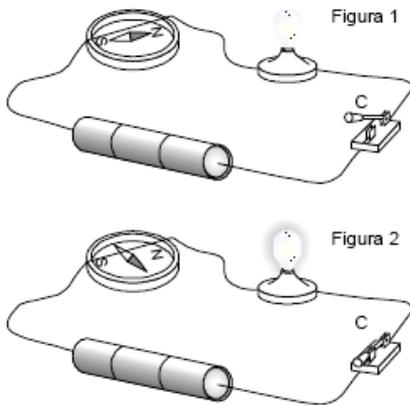
$N = n^\circ$  de espiras.  
 $L =$  comprimento do solenóide

Nas extremidades do solenóide formam-se dois pólos: norte, de onde saem as linhas de indução; sul, por onde entram.



**EXERCÍCIOS DE AULA**

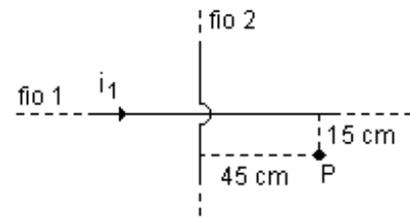
**1. (PUCSP)** Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passa sobre a agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha alinha-se como mostra a figura 1. Fechando-se a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (figura 2).



A partir desse experimento, Oersted concluiu que a corrente elétrica estabelecida no circuito

- gerou um campo elétrico numa direção perpendicular à da corrente.
- gerou um campo magnético numa direção perpendicular à da corrente.
- gerou um campo elétrico numa direção paralela à da corrente.
- gerou um campo magnético numa direção paralela à da corrente.
- não interfere na nova posição assumida pela agulha da bússola que foi causada pela energia térmica produzida pela lâmpada.

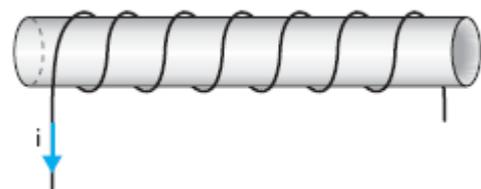
**2. (UFMG)** Os fios 1 e 2, mostrados na figura, são retilíneos e muito compridos, estando ambos no ar e situados no plano desta folha. Há, no fio 1, uma corrente  $i_1=5,0$  A e uma corrente  $i_2$  no fio 2. Deseja-se que o campo magnético resultante, devido aos fios, seja nulo no ponto P (figura).



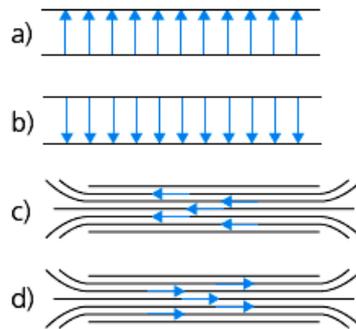
Para que isso aconteça:

- determine qual deve ser o sentido da corrente  $i_2$  no fio 2;
- calcule qual deve ser o valor de  $i_2$ .

**3. (UEPG)** Uma bobina é obtida enrolando-se um fio na forma helicoidal, como ilustrado na figura

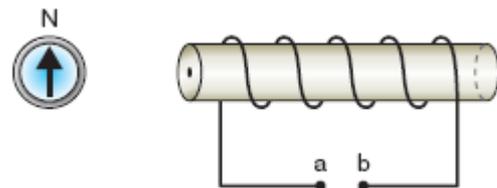


A configuração correta do campo magnético no interior da bobina, se ela é percorrida por uma corrente elétrica contínua no sentido indicado, é:



e) O campo magnético no interior da bobina é nulo.

**4. (FAFEOD-MG)** A figura representa uma bússola alinhada com o campo magnético da Terra e no eixo de um solenóide em que não passa corrente. Uma bateria será ligada aos pontos ab, com seu terminal positivo conectado ao ponto a.



Assim, sem desprezar o campo da Terra, a orientação da bússola passa a ser indicada corretamente na alternativa

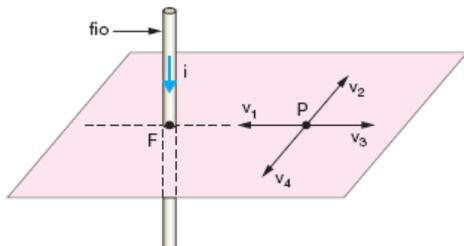
- ✓
- ↖
- ↗
- ↘
-

5. (OSEC) Nos pontos internos de um longo solenóide percorrido por corrente elétrica contínua, as linhas de indução do campo magnético são:

- a) radiais com origem no eixo do solenóide.
- b) circunferências concêntricas.
- c) retas paralelas ao eixo do solenóide.
- d) hélices cilíndricas.
- e) não há linhas de indução, pois o campo magnético é nulo no solenóide.

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS**

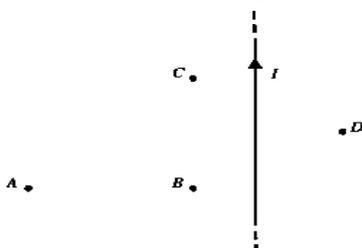
1. (UEL) O esquema representa os vetores  $v_1, v_2, v_3$  e  $v_4$  no plano horizontal. Pelo ponto  $F$  passa um fio condutor retilíneo bem longo e vertical. Uma corrente elétrica  $I$  percorre esse fio no sentido de cima para baixo e gera um campo magnético no ponto  $P$ .



O campo magnético gerado no ponto  $P$  pode ser representado:

- a) por um vetor cuja direção é paralela ao fio condutor
- b) pelo vetor  $v_4$
- c) pelo vetor  $v_3$
- d) pelo vetor  $v_2$
- e) pelo vetor  $v_1$

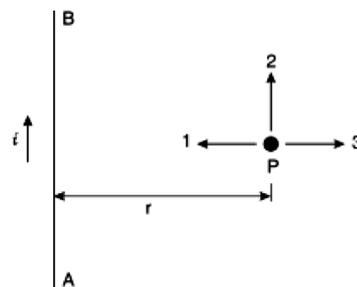
2. (UFU) Um fio retilíneo longo é percorrido por uma corrente elétrica  $I$ , com o sentido indicado na figura abaixo.



Os pontos  $A, B, C$  e  $D$  e o fio encontram-se no plano do papel, e os pontos  $B$  e  $C$  são equidistantes do fio. Da intensidade e sentido do campo magnético gerado pela corrente elétrica em cada ponto, é correto afirmar que

- a) o módulo do campo magnético no ponto  $C$  é maior que no ponto  $B$  e o sentido dele no ponto  $D$  está saindo da folha de papel, perpendicularmente à folha.
- b) o módulo do campo magnético no ponto  $B$  é maior que no ponto  $A$  e o sentido dele no ponto  $D$  está entrando na folha de papel, perpendicularmente à folha.
- c) o módulo do campo magnético no ponto  $A$  é maior que no ponto  $B$  e o sentido dele no ponto  $B$  está de  $B$  para  $A$ .
- d) o módulo do campo magnético nos pontos  $A$  e  $B$  são idênticos e o sentido dele no ponto  $B$  está entrando da folha de papel, perpendicularmente à folha.

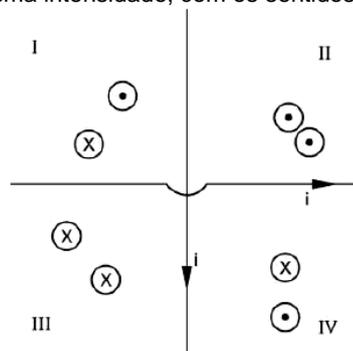
3. (UFPEL) A figura abaixo representa um fio retilíneo e muito longo percorrido por uma corrente elétrica convencional  $i$ , de  $A$  para  $B$ .



Com relação ao sentido do campo magnético criado pela corrente elétrica no ponto  $P$  e a sua intensidade, é correto afirmar que

- a) o sentido é para fora da página e sua intensidade depende da distância " $r$ ".
- b) o sentido é para o ponto "1" e sua intensidade depende da distância " $r$ ".
- c) o sentido é para o ponto "2" e sua intensidade independe da distância " $r$ ".
- d) o sentido é para dentro da página e sua intensidade depende da distância " $r$ ".
- e) o sentido é para o ponto "3" e sua intensidade depende de " $i$ " e independe de " $r$ ".

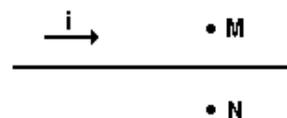
4. (UFPEL) A figura abaixo mostra dois fios retos e longos, ortogonais entre si, cada um percorrido por uma corrente elétrica  $i$ , de mesma intensidade, com os sentidos mostrados.



De acordo com seus conhecimentos e com as informações dadas, das regiões I, II, III, IV, aquelas em que podem existir pontos nos quais o campo magnético resultante criado pelas correntes seja "não nulo", são

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

5. (FURG) Um fio é percorrido por uma corrente elétrica como mostra a figura. A direção e o sentido do campo magnético criado pela corrente, em cada um dos pontos  $M$  e  $N$  indicados são, respectivamente,



- a) perpendicular ao fio e penetrando nesta folha, perpendicular ao fio e saindo desta folha.
- b) perpendicular ao fio e saindo desta folha, perpendicular ao fio e penetrando nesta folha.
- c) perpendicular ao fio e saindo desta folha, perpendicular ao fio e saindo desta folha.
- d) paralela ao fio e no sentido contrário ao da corrente, paralelo ao fio e no mesmo sentido da corrente.
- e) paralela ao fio e no mesmo sentido da corrente, paralelo ao fio e no sentido contrário ao da corrente.

6. (UFRS) Um fio condutor retilíneo e muito longo é percorrido por uma corrente elétrica que cria um campo magnético  $\vec{B}$  em torno do fio. Nessa situação,

- a)  $\vec{B}$  tem direção paralela ao fio.
- b)  $\vec{B}$  tem a mesma direção em qualquer ponto equidistante do fio.
- c)  $\vec{B}$  tem o mesmo sentido da corrente elétrica.
- d) o módulo de  $\vec{B}$  não depende da intensidade da corrente elétrica.
- e) o módulo de  $\vec{B}$  diminui à medida que a distância em relação ao condutor aumenta.

7. (FURG) A figura abaixo mostra uma bússola colocada logo acima de um fio condutor. Não há contato físico entre a bússola e o fio, e a agulha está apontando na direção do campo magnético terrestre.



Assinale qual das alternativas abaixo expressa corretamente o comportamento da agulha da bússola ao passar uma corrente elétrica pelo fio.

- a) a agulha não se movimenta.
- b) a agulha gira e se orienta na direção do fio, independentemente do valor da corrente elétrica.
- c) a agulha gira e se orienta na direção perpendicular a do fio, independentemente do valor da corrente elétrica.
- d) a agulha gira e se orienta na direção do fio somente se o valor do campo magnético gerado pela corrente elétrica for muito superior ao valor do campo magnético terrestre local.
- e) a agulha gira e se orienta na direção perpendicular a do fio somente se o valor do campo magnético gerado pela corrente for muito superior ao valor do campo magnético terrestre local.

8. (UFMS) Considere as seguintes afirmações:

I - Um pedaço de ferro comum se transforma em um ímã pela orientação de seus ímãs elementares, constituídos pelos seus átomos.

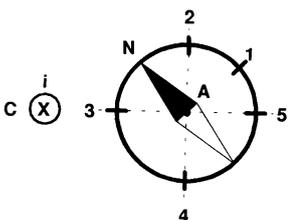
II - O campo magnético de um solenóide pode ficar mais intenso com a introdução de uma substância ferromagnético no seu interior.

III - Nas substâncias ferromagnéticos, por efeito de um campo magnético externo, ocorre um alto grau de alinhamento dos ímãs elementares.

Está(ão) correta(s)

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

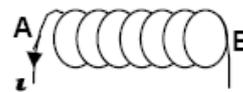
9. (PUC) A figura representa um condutor retilíneo C, de grande comprimento, perpendicular ao plano da página, e uma agulha magnética situada no plano da página, que coincide com o plano horizontal, a qual pode girar livremente, tendo como apoio o ponto A.



Desprezando o campo magnético terrestre, quando o condutor for percorrido por uma corrente elétrica  $i$ , dirigida de cima para baixo, a extremidade Norte da agulha se posicionará sobre o ponto

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

10. (UCS) Um solenóide de extremidades A e B é percorrido por uma corrente elétrica  $i$ , conforme mostra a figura abaixo.

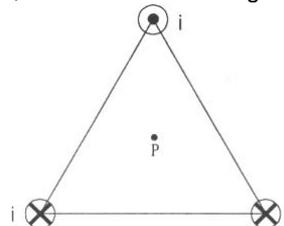


Com base nas informações e na figura acima, analise a veracidade (V) ou falsidade (F) das seguintes afirmações.

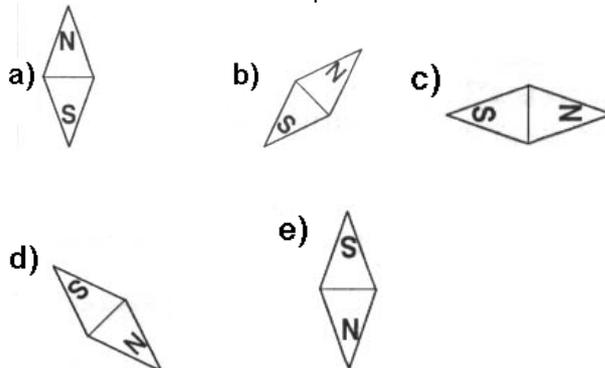
- ( ) A é o norte magnético do solenóide.
  - ( ) Uma bússola colocada junto à extremidade B sobre o eixo do solenóide terá seu sul magnético próximo a B.
  - ( ) As linhas de indução do campo magnético dentro do solenóide são retas igualmente espaçadas entre si.
- Assinale a alternativa que preenche corretamente os parênteses, de cima para baixo.

- a) F – V – F
- b) V – F – V
- c) V – V – F
- d) F – F – V
- e) F – V – V

11. (FURG) Uma corrente constante  $i$  passa em cada um dos três fios retilíneos longos, situados nos vértices de um triângulo equilátero. Os fios são normais em relação ao plano que contém o triângulo, conforme mostra a figura.



Desconsiderando o campo magnético terrestre, a orientação de uma bússola colocada no ponto P é:



GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

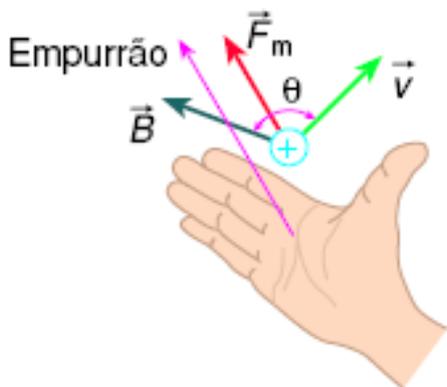
1) B	2) B	3) D	4) B	5) B	6) E
7) E	8) E	9) D	10) E	11) C	

## FORÇA MAGNÉTICA

### 1- FORÇA MAGNÉTICA SOBRE UMA CARGA ELÉTRICA

Cargas elétricas em movimento originam campos magnéticos. Estando a carga elétrica em movimento em um campo magnético, há uma interação entre esse campo e o campo originado pela carga. Essa interação manifesta-se por forças que agem na carga elétrica, denominadas forças magnéticas.

A força magnética que age sobre uma carga elétrica  $q$ , lançada com velocidade  $\vec{V}$  num campo magnético uniforme de indução  $\vec{B}$ , tem as seguintes características:



- **direção:** perpendicular ao plano formado por  $\vec{V}$  e  $\vec{B}$ .
- **sentido:** determinado pela regra da mão direita (regra do Tapa)

• **intensidade:**  $F_m = B \cdot |q| \cdot v \cdot \text{sen}\theta$

-  $\theta$  = é o ângulo que  $\vec{V}$  forma com  $\vec{B}$ .

### 2- MOVIMENTO DE UMA CARGA NUM CAMPO MAGNÉTICO

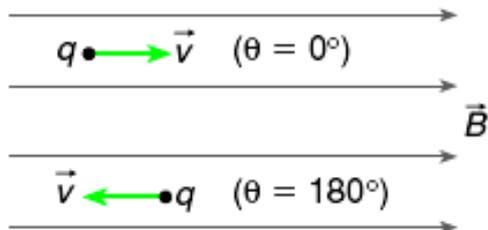
#### a) Carga em repouso

Nesse caso a força magnética sobre a carga é nula.

$$F_m = 0$$

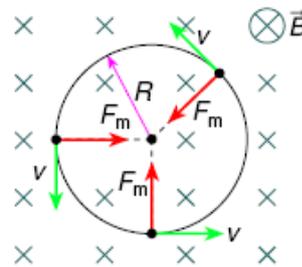
#### b) Carga lançada na direção do campo

Nesse caso,  $\theta = 0^\circ$  ou  $\theta = 180^\circ$ , logo  $\text{sen}\theta = 0$ . Como a força magnética é nula, decorre que a velocidade permanece constante e carga segue em **movimento retilíneo uniforme**.



#### c) Carga lançada perpendicularmente ao campo

Nesse caso, como  $\theta = 90^\circ$ , o  $\text{sen}\theta = 1$ . Sendo a força magnética  $\vec{F}_m$  é perpendicular a velocidade  $\vec{v}$ , decorre que a força magnética é a **resultante centrípeta**, alterando apenas a **direção da velocidade**. Como o módulo da velocidade permanece constante, o **movimento é circular uniforme**.



$$F_m = q \cdot V \cdot B$$

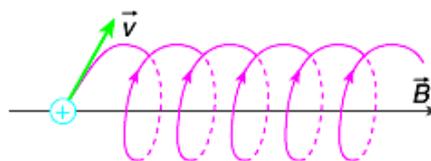
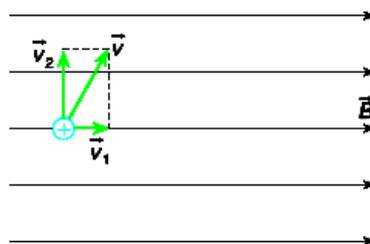
#### - Cálculo do raio da trajetória

$$F_m = m \cdot a_{cp} = m \cdot \frac{v^2}{R} \Rightarrow B \cdot |q| \cdot v = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{mV}{qB}$$

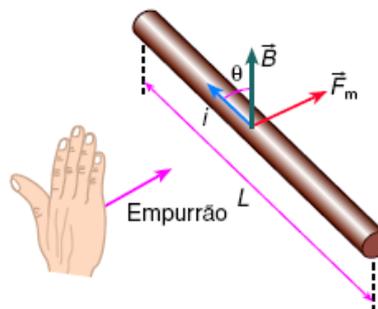
#### d) Carga lançada obliquamente ao campo

Para um lançamento oblíquo às linhas de indução do campo magnético, a partícula eletrizada realiza um movimento helicoidal uniforme. A trajetória é uma hélice cilíndrica.



### 3- FORÇA MAGNÉTICA SOBRE UM CONDUTOR RETILÍNEO

A força que age sobre um condutor reto, de comprimento  $L$ , percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , em um campo magnético uniforme de indução  $\vec{B}$ , tem as seguintes características:



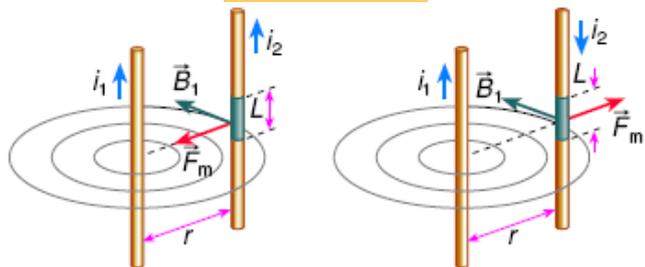
- **direção:** perpendicular ao plano determinado por  $\vec{B}$  e  $i$ .
- **sentido:** é dado pela regra da mão direita (regra do Tapa).

• **intensidade:**  $F_m = B \cdot i \cdot L \cdot \text{sen}\theta$

#### 4- FORÇA MAGNÉTICA ENTRE CONDUTORES PARALELOS

Sejam dois fios paralelos de comprimentos iguais  $L$ , separados por uma distância  $r$  e percorridos pelas correntes  $i_1$  e  $i_2$ . Cada um dos fios sujeito a uma força magnética dada por

$$F_m = \frac{\mu_0 \cdot i_1 i_2 \cdot L}{2\pi \cdot r}$$



Entre dois condutores retos e extensos, paralelos e percorridos por correntes, a força magnética será de atração, se as correntes tiverem o mesmo sentido, e de repulsão, se tiverem sentidos opostos.

#### EXERCÍCIOS DE AULA

1. Calcule a intensidade da força magnética atuante num próton (carga =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C) submetido a um campo magnético de intensidade  $B = 2,5 \cdot 10^{-1}$  T, quando o mesmo:

- estiver em repouso em relação ao campo.
- move-se a  $2 \cdot 10^6$  m/s, na direção do campo.
- move-se a  $2 \cdot 10^6$  m/s, perpendicularmente ao campo.
- move-se a  $2 \cdot 10^6$  m/s, numa direção que forma  $30^\circ$  com o campo.

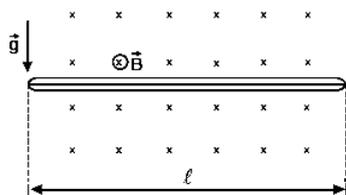
2. (FATEC) Com relação a um campo magnético e a uma carga elétrica são feitas as seguintes afirmações:

- Campo magnético e carga elétrica são grandezas distintas que nunca interagem entre si.
- O campo magnético não atua em carga elétrica que esteja em repouso.
- Se a carga elétrica se move na mesma direção do campo magnético, sobre ela atua o campo magnético.
- Quando o movimento da carga é perpendicular ao campo magnético, sobre ela atua o campo magnético.

São verdadeiras somente:

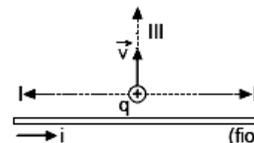
- I e II.
- I e III.
- I e IV.
- II e III.
- II e IV.

3. Um segmento de condutor reto e horizontal, tendo comprimento  $l = 20$  cm e massa  $m = 60$  g, percorrido por corrente  $i = 3,0$  A, apresenta-se em equilíbrio sob as ações exclusivas da gravidade  $g$  e de um campo magnético de indução horizontal. Adotar  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.



Determine a intensidade  $\vec{B}$  de e o sentido de  $i$ .

4. (PUCRS) A carga  $q$  da figura se move com velocidade, nas proximidades de um fio percorrido por uma corrente elétrica  $i$ . A força magnética que atua sobre a carga aponta:



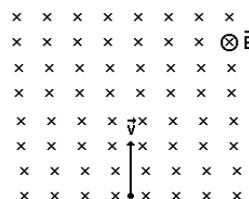
- na direção de I.
- na direção de II.
- na direção de III.
- perpendicularmente para fora da folha.
- perpendicularmente para dentro da folha.

#### EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. (UFMS) Uma partícula com carga elétrica está em uma região onde existe um campo magnético uniforme. É correto afirmar que

- a força magnética sobre a partícula será nula somente se a partícula estiver em repouso.
- a força magnética poderá aumentar ou diminuir a energia cinética da partícula.
- se a velocidade da partícula e o campo magnético tiverem a mesma direção, a força magnética sobre a partícula será nula.
- se a velocidade da partícula e o campo magnético forem perpendiculares, a força magnética sobre a partícula será nula.
- se a velocidade da partícula e o campo magnético forem perpendiculares, a trajetória da partícula será retilínea.

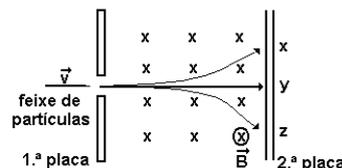
2. (UFRS) Um feixe de elétrons é lançado com velocidade  $\vec{v}$ , paralelamente ao plano da página, no interior de um campo magnético uniforme de intensidade  $B$ , para dentro da página, como mostra a figura:



Nessas condições, verifica-se que:

- os elétrons sofrem um desvio para dentro da página, no interior do campo magnético.
- o módulo da velocidade dos elétrons no interior do campo diminui.
- os elétrons sofrem um desvio para a direita no plano da página, sendo que o módulo da sua velocidade não varia.
- os elétrons não mudam a direção de seu movimento, e o módulo da sua velocidade aumenta.
- a força magnética sobre os elétrons tem a mesma direção que sua velocidade.

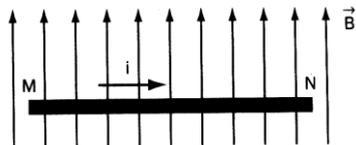
3. (UF Viçosa-MG) A figura seguinte ilustra um feixe de partículas, com velocidade  $\vec{v}$ , desviadas por um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  entre duas placas. As partículas, então, atingem a segunda placa nos pontos X, Y e Z.



As cargas das partículas que atingem os pontos X, Y e Z são, respectivamente:

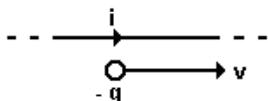
- positiva, negativa e neutra.
- negativa, neutra e positiva.
- positiva, neutra e negativa.
- neutra, positiva e negativa.
- neutra, negativa e positiva.

4. (PUC-SP) Um trecho MN de um fio retilíneo, com comprimento de 10 cm, conduzindo uma corrente elétrica e 10 A, está imerso em uma região, no vácuo, onde existe um campo de indução magnética de 1,0 T, conforme a figura. A força que age no trecho do fio tem intensidade:



- a) 1,0 N e para dentro do papel.
- b) 0,5 N e para fora do papel.
- c) 1,0 N e no sentido do campo.
- d) 1,5 N e no sentido oposto ao do campo.
- e) 1,0 N e para fora do papel.

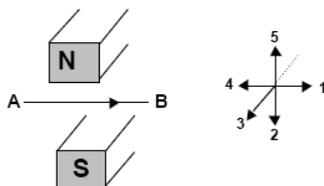
5. (FURG) A figura abaixo mostra um fio condutor retilíneo por onde passa uma corrente elétrica  $i$ . Uma carga negativa  $-q$  move-se com velocidade  $v$ , paralelamente ao fio e no mesmo sentido da corrente.



A direção e o sentido da força  $F$ , do fio sobre a carga  $-q$ , pode ser representado pelo vetor:

- a)  $\rightarrow$
- b)  $\uparrow$
- c)  $\leftarrow$
- d)  $\downarrow$
- e)  $\nearrow$

6. (UCS) A figura abaixo mostra os pólos de um ímã. Um feixe de elétrons é lançado de A para B. Enquanto os elétrons, por serem cargas elétricas em movimento, estiverem no campo magnético do ímã, uma força magnética desviará o feixe no sentido indicado pela seta



- a) 2.
- b) 5.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 1.

7. (UF Viçosa-MG) Um feixe de partículas penetra em um campo magnético uniforme com velocidade  $\vec{v}$ , perpendicular a esse campo, como ilustra a figura abaixo:



A trajetória das partículas é:

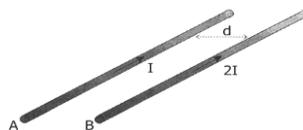
- I – retilínea, independente da carga
  - II – circular, no sentido anti-horário, se a carga for positiva
  - III – circular, no sentido horário, se a carga for negativa
- Da(s) afirmativa(s) acima é (são) correta(s), apenas:
- a) I.
  - b) II.
  - c) III.
  - d) I e II.
  - e) II e III.

8. (FURG) Das afirmativas abaixo, relativas à interação entre correntes e campo magnético uniforme, assinalar qual(ais) está(ão) correta(s).

- I - Num condutor percorrido por uma corrente, imerso em um campo magnético, sempre haverá uma força atuando.
  - II - Num condutor retilíneo, percorrido por uma corrente, imerso transversalmente em relação às linhas de indução, sempre haverá uma força atuando.
  - III - Dois condutores retilíneos paralelos, percorridos por correntes, nunca se atraem nem se repelem.
- a) I
  - b) II
  - c) III
  - d) I e II
  - e) II e III

9. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que elas aparecem.

A figura abaixo representa dois fios metálicos paralelos, A e B, próximos um do outro, que são percorridos por correntes elétricas de mesmo sentido e de intensidades iguais a  $I$  e  $2I$ , respectivamente. A força que o fio A exerce sobre o fio B é ..... e sua intensidade é intensidade da força exercida pelo fio B sobre o fio A.



- a) repulsiva - duas vezes maior do que a
- b) repulsiva - igual à
- c) atrativa - duas vezes menor do que a
- d) atrativa - duas vezes maior do que a
- e) atrativa - igual à

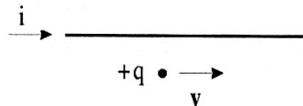
10. (UFSM) Considere as seguintes afirmações:

- I - A passagem de uma corrente elétrica por um fio cria, ao seu redor, um campo magnético apenas se a corrente varia no tempo.
- II - Uma partícula carregada que se propaga no vácuo cria, ao seu redor, um campo magnético.
- III - As linhas de indução associadas ao campo magnético criado por uma corrente elétrica num condutor retilíneo são circunferências concêntricas.

Está(ão) correta(s)

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

11. (FURG) O fio de cobre, contido no plano do papel, transporta uma corrente elétrica  $i$ . Uma carga  $+q$  é lançada paralelamente e no mesmo sentido da corrente, com velocidade  $v$  em relação ao fio.



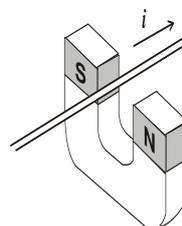
Desconsiderando a aceleração da gravidade, é correto afirmar que a carga  $+q$

- a) continua a se mover paralelamente ao fio, com velocidade constante  $v$ .
- b) continua a se mover paralelamente ao fio, com movimento acelerado.
- c) continua a se mover paralelamente ao fio, com movimento retardado.
- d) é atraída pelo fio.
- e) é repelida pelo fio.

12. (UFSM) Em uma região do espaço existe um campo magnético de  $4 \cdot 10^2$  T. Uma partícula com carga de  $2 \cdot 10^{-6}$  C e velocidade de 100 m/s é lançada fazendo  $30^\circ$  com a direção do campo. Então, atuará sobre a partícula uma força de:

- a)  $0,1 \cdot 10^{-2}$  N
- b)  $0,4 \cdot 10^{-2}$  N
- c)  $1 \cdot 10^{-2}$  N
- d)  $4 \cdot 10^{-2}$  N
- e)  $8 \cdot 10^{-2}$  N

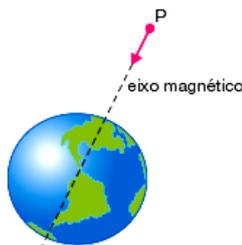
13. (UFSM)



Um fio condutor entre os pólos de um ímã em forma de U é percorrido por uma corrente  $i$ , conforme está indicado na figura. Então, existe uma força sobre o fio que tende a movê-lo:

- na direção da corrente.
- para fora do ímã.
- para dentro do ímã.
- para perto do pólo S.
- para perto do pólo N.

**14. (FUVEST)** Raios cósmicos são partículas de grande velocidade, provenientes do espaço, que atingem a Terra de todas as direções. Sua origem é, atualmente, objeto de estudos. A Terra possui um campo magnético semelhante ao criado por um ímã em forma de barra cilíndrica, cujo eixo coincide com o eixo magnético da Terra. Uma partícula cósmica  $P$ , com carga elétrica positiva, quando ainda longe da Terra, aproxima-se percorrendo uma reta que coincide com o eixo magnético da Terra, como mostra a figura.



Desprezando a atração gravitacional, podemos afirmar que a partícula, ao se aproximar da Terra:

- aumenta sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- diminui sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- tem sua trajetória desviada para leste.
- tem sua trajetória desviada para oeste.
- não altera sua velocidade nem se desvia de sua trajetória retilínea.

**GABARITO**

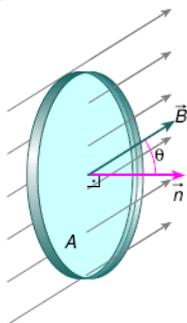
**EXERCÍCIOS PROPOSTOS**

1) C	2) C	3) C	4) E	5) D	6) C
7) E	8) B	9) E	10) C	11) D	12) D
13) B	14) E				

**INDUÇÃO MAGNÉTICA**

**1- FLUXO MAGNÉTICO ( $\Phi$ )**

O físico inglês Michael Faraday, considerado o descobridor do fenômeno da indução eletromagnética, propôs o uso de uma grandeza, o *fluxo magnético*, para medir o número de linhas que atravessam a superfície de uma espira mergulhada num campo magnético.



O fluxo magnético  $\phi$  em uma espira é definido pelo produto:

$$\Phi = B.S.\cos\theta$$

Sendo:

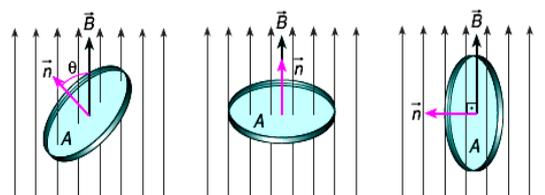
$\theta$  = intensidade

$S$  = área da superfície

$\theta$  = ângulo entre a normal à superfície e o vetor campo magnético  $\vec{B}$ .

Unidade no SI: Weber ( $W_b$ )

Se a espira estiver inclinada em relação ao vetor  $B$  (caso a), ela será atravessada por um número de linhas de indução menor do que aquele que a atravessa quando ela é perpendicular a  $B$  (caso b), sendo o fluxo conseqüentemente menor. Quando a espira for paralela ao campo, não será atravessada por linhas de indução e o fluxo será nulo (caso c).



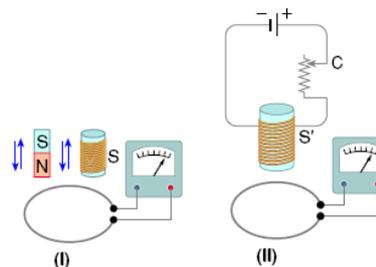
- a)  $\cos\theta < 1$       b)  $\cos\theta = 1$       c)  $\cos\theta = 0$   
 $\Phi = BA \cdot \cos\theta$        $\Phi = BA$        $\Phi = 0$

**2- INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA**

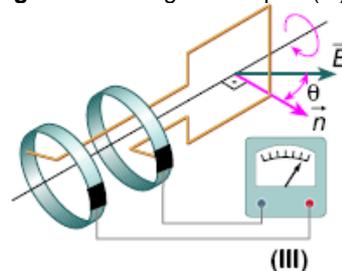
Toda vez que o fluxo magnético através de um circuito varia com o tempo, surge, no circuito, uma fem induzida.

**Maneiras de se variar o fluxo magnético  $\Phi = BA.\cos\theta$**

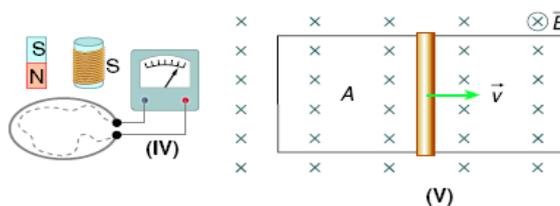
• **Variando B:** basta aproximar ou afastar um ímã ou um solenóide de uma espira (I) ou mantendo-se o solenóide fixo, varia-se a resistência do reostato e conseqüentemente varia o campo magnético que ele gera (II)



• **Variando o ângulo  $\theta$ :** basta girar a espira (III)



• **Variando a área A (IV) e (V)**

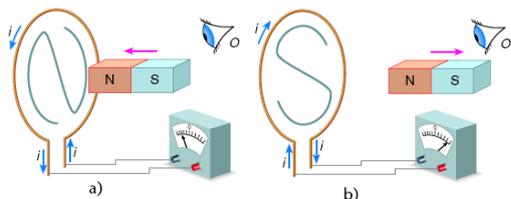


**3- LEI DE LENZ**

A **lei de Lenz** permite determinar o sentido da corrente elétrica induzida:

O sentido da corrente elétrica induzida é tal que, por seus efeitos, opõe-se à causa que lhe deu origem.

Na figura a, consideramos como circuito induzido uma espira ligada a um amperímetro de zero central. Enquanto o pólo norte do ímã se aproxima da espira, a corrente induzida tem um sentido tal que origina, na face da espira voltada para o ímã, um pólo norte. Esse pólo opõe-se à aproximação do ímã e, portanto, à variação do fluxo magnético, que é a causa da fem induzida. Ao se afastar o ímã, a corrente induzida origina, na face da espira voltada para o ímã, um pólo sul, que se opõe ao afastamento do ímã (figura b). Na figura a, em relação ao observador O, a corrente induzida tem sentido anti-horário e, na figura b, horário.



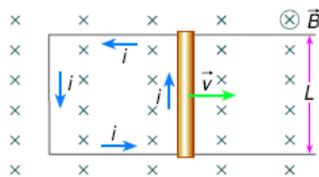
**4- LEI DE FARADAY – NEUMANN**

A **lei de Faraday-Neumann** permite determinar a fem induzida: a fem induzida média em uma espira é igual ao quociente da variação do fluxo magnético pelo intervalo de tempo em que ocorre, com sinal trocado:

$$e = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

**5- FORÇA ELETROMOTRIZ INDUZIDA**

Para um **condutor retilíneo** deslizando com velocidade  $\vec{V}$  sobre um condutor dobrado em forma de U e imerso num campo magnético uniforme de indução  $B$ , a fem induzida é dada por:

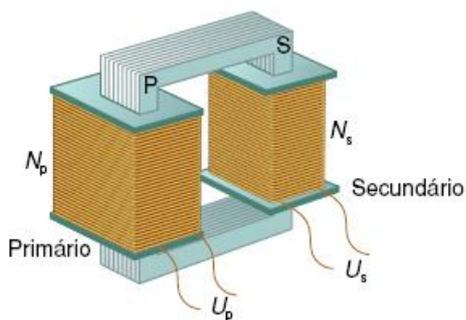


$$e = v \cdot B \cdot L$$

L = comprimento do condutor

**6- TRANSFORMADOR**

O transformador é um aparelho que permite modificar uma **ddp alternada** aumentando-a ou diminuindo-a conforme a conveniência.



$$\frac{U_P}{U_S} = \frac{N_P}{N_S}$$

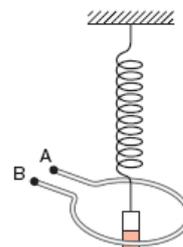
$$U_P \cdot i_P = U_S \cdot i_S$$

- $U_p$  = ddp de entrada
- $U_s$  = ddp de saída
- $N_p$  = nº de espiras primários
- $N_s$  = nº de espiras secundários
- $i_p$  = corrente alternada primária
- $i_s$  = corrente alternada secundária

**OBS.:** um transformador funciona como elevador de tensão quando o número de espiras do secundário é maior que o do primário. Em caso contrário, o transformador funciona como rebaixador de tensão.

**EXERCÍOS DE AULA**

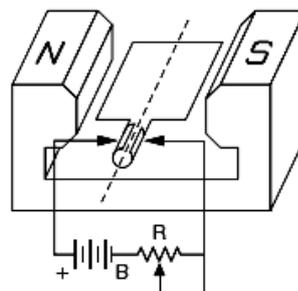
**1. (UFES)** Um pequeno corpo imantado está preso à extremidade de uma mola e oscila verticalmente na região central de uma bobina cujos terminais A e B estão abertos, conforme indica a figura.



Devido à oscilação do ímã, aparece entre os terminais A e B da bobina:

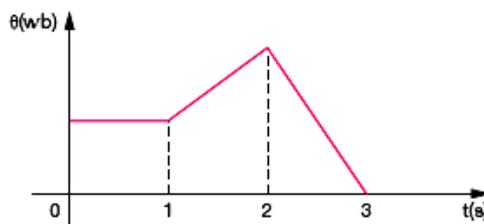
- a) uma corrente elétrica constante
- b) uma corrente elétrica variável
- c) uma tensão elétrica constante
- d) uma tensão elétrica variável
- e) uma tensão e uma corrente elétrica, ambas constantes

**2. (UFPEL)** A figura representa, esquematicamente, um motor elétrico elementar, ligado a uma bateria B, através de um reostato R (resistor variável).



- a) Represente, na figura, o vetor campo magnético.
- b) Qual o sentido de rotação do motor?
- c) Qual deve ser o procedimento para aumentar o binário produzido pelo motor? Justifique.

**3. (UEL)** Uma espira circular está imersa em um campo magnético. O gráfico representa o fluxo magnético através da espira em função do tempo.

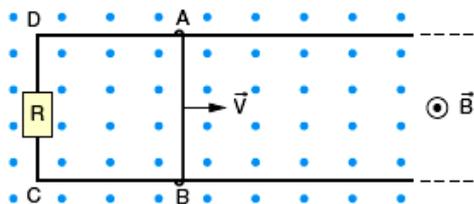


O intervalo de tempo em que aparece na espira uma corrente elétrica induzida é de:

- a) 0 a 1 s, somente

- b) 0 a 3 s
- c) 1 s a 2 s, somente
- d) 1 s a 3 s, somente
- e) 2 s a 3 s, somente

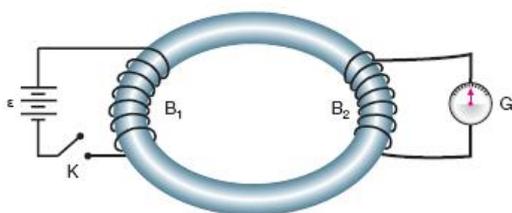
**4. (PUCCAMPINAS)** Uma espira ABCD está totalmente imersa em um campo magnético  $B$ , uniforme, de intensidade 0,50 T e direção perpendicular ao plano da espira, como mostra a figura.



O lado AB, de comprimento 20 cm, é móvel e se desloca com velocidade constante de 10 m/s, e  $R$  é um resistor de resistência  $R = 0,50 \Omega$ . Nessas condições é correto afirmar que, devido ao movimento do lado AB da espira:

- a) Não circulará nenhuma corrente na espira, pois o campo é uniforme.
- b) Aparecerá uma corrente induzida, no sentido horário, de 2,0 A.
- c) Aparecerá uma corrente induzida, no sentido horário, de 0,50 A.
- d) Aparecerá uma corrente induzida, no sentido anti-horário, de 2,0 A.
- e) Aparecerá uma corrente induzida, no sentido anti-horário, de 0,50 A.

**5. (VUNESP)** A figura representa uma das experiências de Faraday que ilustram a indução eletromagnética, em que  $\epsilon$  é uma bateria de tensão constante,  $K$  é uma chave,  $B_1$  e  $B_2$  são duas bobinas enroladas num núcleo de ferro doce e  $G$  é um galvanômetro ligado aos terminais de  $B_2$  que, com o ponteiro na posição central, indica corrente elétrica de intensidade nula.



Quando a chave  $K$  é ligada, o ponteiro do galvanômetro se desloca para a direita e:

- a) assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro se desloca para a esquerda por alguns instantes e volta à posição central.
- b) logo em seguida volta à posição central e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro se desloca para a esquerda por alguns instantes e volta à posição central.
- c) logo em seguida volta à posição central e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta a se deslocar para a direita por alguns instantes e volta à posição central.
- d) para a esquerda com uma oscilação de frequência e amplitude constantes e assim se mantém até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta à posição central.
- e) para a esquerda com uma oscilação cuja frequência e amplitude se reduzem continuamente até a chave ser desligada, quando o ponteiro volta à posição central.

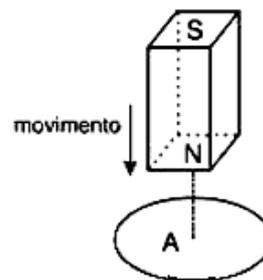
**EXERCÍCIOS PROPOSTOS**

**1. (FURG)** Praticamente toda a energia elétrica que consumimos é gerada pela utilização do fenômeno da indução eletromagnética. Este fenômeno consiste no aparecimento de uma força eletromotriz entre os extremos de um fio condutor submetido a um

- a) campo elétrico.

- b) campo eletromagnético constante.
- c) campo magnético variável.
- d) fluxo magnético constante.
- e) fluxo magnético variável.

**2. (UFPEL)** Considere uma espira circular fixa e um ímã em forma de barra, cujo eixo longitudinal e perpendicular ao plano da espira e passa pelo seu centro, conforme indica a figura abaixo.



Ao se aproximar o ímã da espira, observa-se a formação de um pólo ..... na parte superior da espira (A), uma ..... entre o ímã e a espira e uma corrente elétrica induzida no sentido ....., determinada pela lei de .....

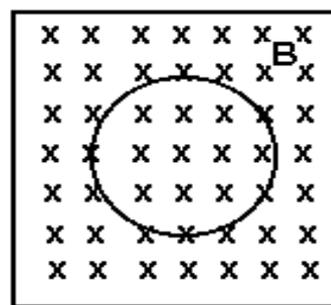
A alternativa que preenche respectiva e corretamente as lacunas da afirmação é

- a) sul, atração, anti-horário, Lenz.
- b) norte, repulsão, horário, Faraday.
- c) sul, atração, horário, Faraday.
- d) norte, repulsão, anti-horário, Lenz.
- e) sul, atração, anti-horário, Faraday.

**3. (UFSM)** Se o fluxo da indução magnética  $\vec{B}$  através da área limitada por um circuito é ..... no tempo, a corrente induzida nesse circuito é tal que a indução magnética que ela produz ..... que a induziu.

- Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.
- a) variável, aumenta aquela.
  - b) variável, opõe-se àquela.
  - c) variável, não altera aquela.
  - d) constante, aumenta aquela.
  - e) constante, opõe-se àquela.

**4. (FURG)** A figura abaixo mostra uma espira circular condutora imersa num campo magnético  $B$ , perpendicular e entrando no plano da folha e cujo módulo está aumentando com o tempo.

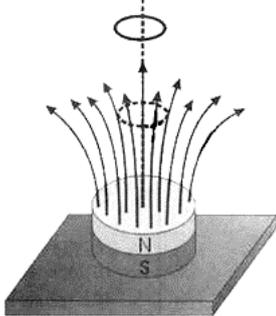


Assinale a afirmativa correta.

- a) Existe uma corrente induzida na espira, no sentido anti-horário.
- b) Existe uma corrente induzida na espira, no sentido horário.
- c) Não existe nenhuma corrente na espira, pois ela não está conectada a uma pilha.
- d) Existiria corrente na espira, se o campo magnético  $B$  fosse constante no tempo.
- e) Existiria corrente na espira, se o campo magnético  $B$  fosse substituído por um campo elétrico  $E$ , constante no tempo.

**5. (UFRGS)** Um ímã, em formato de pastilha, está apoiado sobre a superfície horizontal de uma mesa. Uma espira circular, feita de um determinado material sólido, é mantida em

repouso, horizontalmente, a uma certa altura acima de um dos pólos do ímã, como indica a figura abaixo, onde estão representadas as linhas do campo magnético do ímã. Ao ser solta, a espira cai devido à ação da gravidade, em movimento de translação, indo ocupar, num instante posterior, a posição representada pelo círculo tracejado.



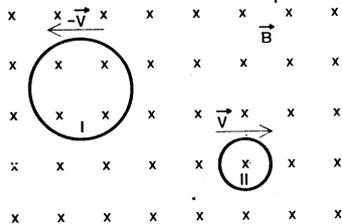
Examine as afirmações abaixo, relativas à força magnética F exercida pelo ímã sobre a espira durante sua queda.

- I - Se a espira for de cobre, a força F será orientada de baixo para cima.
- II - Se a espira for de alumínio, a força F será orientada de cima para baixo.
- III - Se a espira for de plástico, a força F será orientada de cima para baixo.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e III.
- e) Apenas II e III.

**6. (UFRS)** A figura abaixo representa as espiras I e II, ambas com a mesma resistência elétrica, movendo-se no plano da página com velocidades de mesmo módulo, em sentidos opostos. Na mesma região, existe um campo magnético uniforme que aponta perpendicularmente para dentro da página, cuja intensidade está aumentando à medida que o tempo decorre.

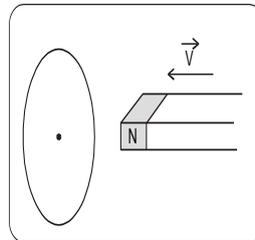


Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo abaixo.

A intensidade da corrente induzida na espira I é ..... que a intensidade da corrente induzida na espira II, e as duas correntes têm .....

- a) a mesma – sentidos opostos
- b) a mesma – o mesmo sentido
- c) menor – sentidos opostos
- d) maior – sentidos opostos
- e) maior – o mesmo sentido

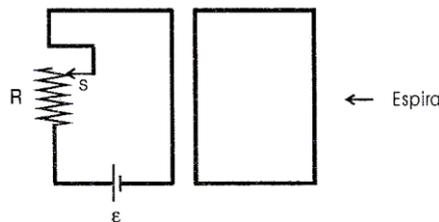
**7. (UFPEL)** Em uma aula de Física, Pedro brinca com um ímã e uma espira, aproximando rapidamente o ímã da espira fixa, como mostra a figura. Admira-se, então, com o fato de a espira repelir o ímã, enquanto ele insiste na aproximação, deixando de repeli-la, no momento em que Pedro pára de mover o ímã. Para ajudar Pedro a entender o que está acontecendo, você lhe explica que:



- a) o fluxo magnético que atravessa a espira aumenta, enquanto ele aproxima o ímã, o que faz com que ela seja percorrida por corrente e gere um campo em sentido contrário ao do ímã.
- b) certamente a espira é feita do mesmo material do ímã e apresenta um pólo N voltado para o pólo N do ímã.
- c) o fluxo magnético que atravessa a espira permanece constante, enquanto ele mover o ímã, o que faz com que ela se comporte como um outro ímã, capaz de repelir o que Pedro tem na mão.
- d) o fluxo magnético que atravessa a espira desaparece quando ele pára de mover o ímã, enfraquecendo o campo magnético da espira que, assim, deixa de repelir o ímã.
- e) a espira certamente não será percorrida por corrente, mas a variação do fluxo magnético que a atravessa poderá gerar um campo magnético contrário ao do ímã.

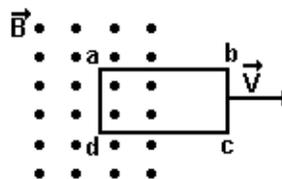
**8. (FURG)** A figura mostra um circuito e uma espira contidos no plano da folha. O circuito contém uma fonte de tensão, de fem  $\epsilon$ , e um resistor de resistência R. A resistência deste circuito está sendo diminuída pelo deslocamento descendente do cursor S.

Quanto à corrente na espira, assinale a afirmação correta.



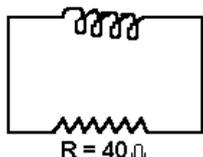
- a) A corrente é nula porque não existe contato físico entre os dois circuitos.
- b) Existe uma corrente no sentido horário.
- c) Existe uma corrente no sentido anti-horário.
- d) Aparecerá uma corrente somente quando o cursor parar o seu movimento descendente sobre o resistor R.
- e) A corrente é nula porque não existe nenhuma fonte de fem nessa espira.

**9. (FURG)** A figura mostra uma espira metálica sendo deslocada para a direita com uma velocidade,  $V = 10 \text{ m/s}$ , em um campo magnético uniforme,  $B = 0,20 \text{ W/m}^2$ . Suponha que  $ad = 20 \text{ cm}$ , então, podemos afirmar que o sentido da corrente induzida e a f.e.m. induzida no trecho ad, respectivamente são:



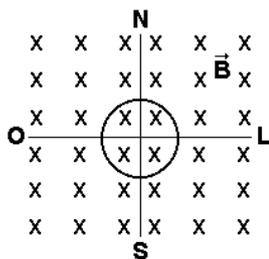
- a) horário, 0,4V
- b) anti-horário, 0,4V
- c) horário, 4,0V
- d) anti-horário, 4,0V
- e) horário, 2,5V

**10. (FURG)** No circuito da figura, o fluxo magnético em cada espira da bobina sofre uma variação uniforme de 240 weber em 60s. Se o número de espiras da bobina é 250, a corrente no resistor R é



- a) 25 A
- b) 30 A
- c) 45 A
- d) 60 A
- e) 2,5 A

11. (PUC-RS) A figura abaixo representa um condutor em forma de anel plano, dentro de um campo magnético  $\vec{B}$  uniforme e constante no tempo.



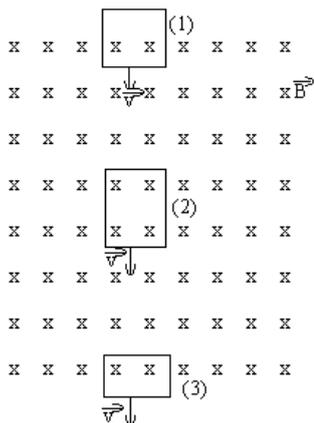
O condutor, embora permanecendo integralmente dentro do campo, é submetido a quatro movimentos distintos e sucessivos:

- I – deslocamento sobre o eixo NS;
- II – deslocamento sobre o eixo LO;
- III – rotação em torno do eixo NS;
- IV – rotação em torno do eixo LO.

Existe corrente induzida no anel.

- a) somente durante o movimento I.
- b) somente durante o movimento III.
- c) somente durante o movimento IV.
- d) durante os movimentos III e IV.
- e) durante os movimentos I e II.

12. (UFRS) A figura representa três posições sucessivas de uma espira condutora que se desloca com velocidade  $\vec{v}$  constante numa região em que há um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano da página e para dentro da página.



Selecione a alternativa que apresenta as palavras que preencham corretamente as lacunas nas seguintes afirmações, respectivamente.

Na oposição (1) a espira está penetrando na região onde existe o campo magnético e conseqüentemente está ..... o fluxo magnético através da espira.

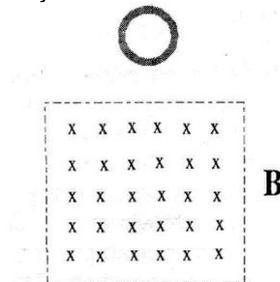
Na posição (2) não há ..... na espira.

Na posição (3) a corrente elétrica induzida na espira, em relação à corrente elétrica induzida na posição (1), tem sentido .....

- a) aumentando - fluxo magnético - igual

- b) diminuindo - corrente elétrica - contrário
- c) diminuindo - fluxo magnético - contrário
- d) aumentando - corrente elétrica - contrário
- e) diminuindo - fluxo magnético - igual

13. (FURG) Um anel de cobre cai devido ao seu peso e passa por uma região do espaço onde existe campo magnético estacionário  $B$ . Com base na ilustração abaixo, assinale a afirmação correta em relação à corrente elétrica  $i$  no anel.



- a) Existe uma corrente  $i$  durante toda a queda do anel, devido a sua proximidade com o campo  $B$ .
- b) Existe uma corrente  $i$  durante toda a queda do anel, devido à variação na sua posição em relação ao campo  $B$ .
- c) Existe uma corrente  $i$  somente durante o tempo em que todo o anel está imerso no campo  $B$ .
- d) Existe uma corrente  $i$  somente quando o anel está entrando ou saindo da região onde existe o campo  $B$ .
- e) Não existe corrente  $i$  em nenhum momento da queda, porque não existe uma bateria inserida neste anel.

14. (UFSM) Para obter uma voltagem de 120V, um leigo em eletromagnetismo ligou aos terminais de uma bateria de 12V o primário de 400 espiras de um transformador cujo secundário tinha 4000 espiras. A voltagem desejada não apareceu no secundário, porque:

- a) o número de espiras do secundário deveria ser 120.
- b) o número de espiras do primário deveria ser 120 e do secundário, 12.
- c) os papéis do primário e do secundário foram trocados.
- d) a bateria não tem energia suficiente para a transformação.
- e) o transformador não funciona com corrente contínua.

15. (UNISINOS) As companhias de distribuição de energia elétrica utilizam transformadores nas linhas de transmissão. Um determinado transformador é utilizado para baixar a diferença de potencial de 3800 V (rede urbana) para 115 V (uso residencial). Neste transformador

- I - o número de espiras no primário é maior que no secundário.
- II - a corrente elétrica no primário é menor que no secundário.
- III - a diferença de potencial no secundário é contínua.

Das afirmações acima:

- a) somente I é correta.
- b) Somente II é correta.
- c) Somente I e II são corretas.
- d) Somente I e III são corretas.
- e) I, II e III são corretas.

**GABARITO**

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS**

1) E	2) D	3) B	4) A	5) A	6) E
7) A	8) B	9) B	10) A	11) D	12) D
13) D	14) E	15) C			