

QUESTÕES CORRIGIDAS

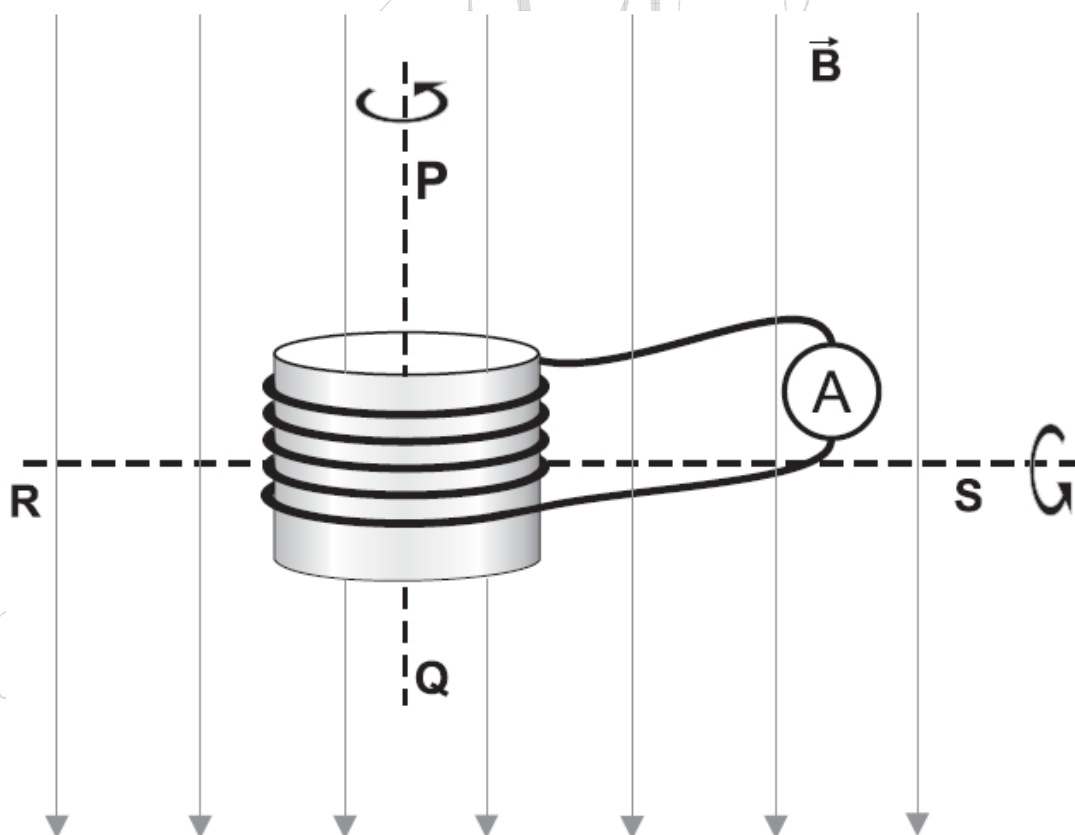
LEI DE FARADAY-LENZ

ÍNDICE

LEI DE FARADAY.....	1
LEI DE LENZ.....	11
LEI DE FARADAY-LENZ.....	17

Lei de Faraday

1. (UFMG/2007) Uma bobina condutora, ligada a um amperímetro, é colocada em uma região onde há um campo magnético \vec{B} , uniforme, vertical, paralelo ao eixo da bobina, como representado nesta figura:



Essa bobina pode ser deslocada horizontal ou verticalmente ou, ainda, ser girada em torno do eixo **PQ** da bobina ou da direção **RS**, perpendicular a esse eixo, permanecendo, sempre, na região do campo.

Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que o amperímetro indica uma corrente elétrica quando a bobina é

- A) deslocada horizontalmente, mantendo-se seu eixo paralelo ao campo magnético.
- B) deslocada verticalmente, mantendo-se seu eixo paralelo ao campo magnético.
- C) girada em torno do eixo **PQ**.
- D) girada em torno da direção **RS**.

CORREÇÃO

Não sei se vou conseguir desenhar esta questão com clareza. Ela trata da **Lei de Faraday**: para se ter força eletromotriz induzida (\mathcal{E} , quer dizer gerar eletricidade) é preciso fazer o fluxo

magnético ($\Delta\Phi$) variar com o tempo (Δt).
$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

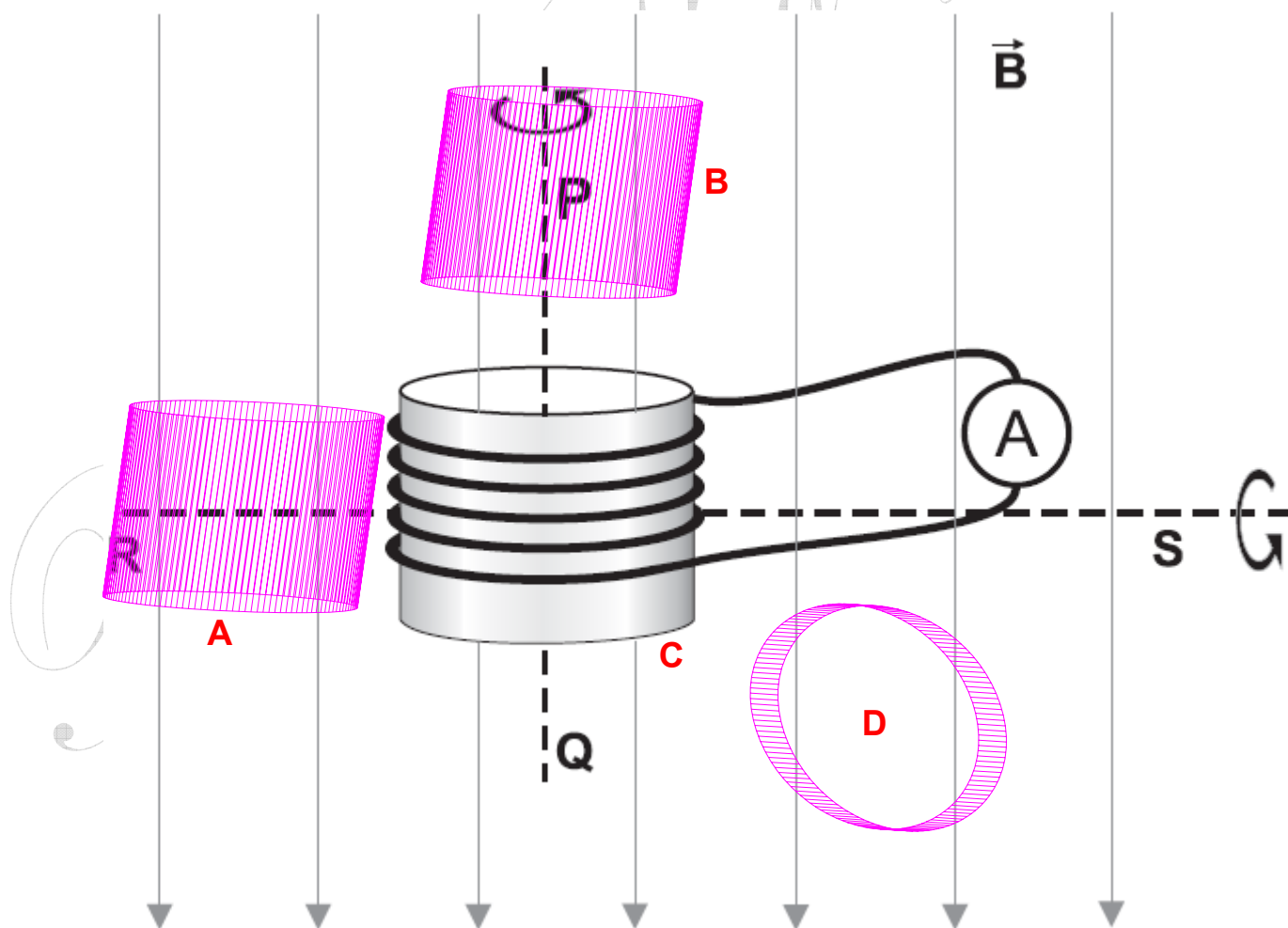
O **fluxo magnético** pode ser **visualizado** no **número de linhas de indução** que passam por **dentro** da bobina. O interessante, então, é procurar ver cada uma das opções apresentadas no desenho. Vou tentar.

Em **A**, deslocar de lado deixa como antes: duas linhas passam dentro da bobina.

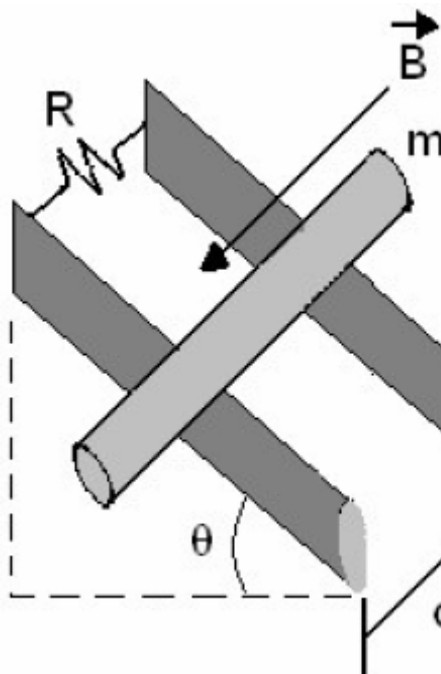
Em **B**, a mesma coisa: duas linhas antes e duas depois.

O eixo **PQ** é vertical, e girar em torno dele é girar como um pião, em pé. Também mantém o fluxo magnético em duas linhas.

Em **D**, mais difícil de desenhar, a bobina se inclina ao girar e tentei mostrar o caso em que **nenhuma linha passa por dentro** dela, ou seja, **o fluxo magnético varia, gera eletricidade cuja corrente o amperímetro então marca**.



2. (UFVJM/2008) Observe esta figura.



Nessa figura, duas barras metálicas fixas e separadas por uma distância d igual a 20 cm formam um plano, cuja inclinação em relação ao plano horizontal é igual a $\theta = 30^\circ$. No espaço, tem-se um campo magnético uniforme (\vec{B}) igual a 1,5 T, perpendicular ao plano inclinado e entrando nele, conforme demonstrado na figura. As duas barras são ligadas por um resistor com resistência R igual a 2Ω . Outra barra metálica, de massa $m = 100$ g, desloca-se sobre as barras fixas, a partir do repouso e dos extremos superiores das barras inclinadas e também sem atrito. Suponha que as resistências das barras sejam desprezíveis e a aceleração da gravidade no local seja igual a 10 m/s^2 . **ASSINALE** a alternativa que contém o valor correto do instante em que a barra em movimento atinge a velocidade terminal.

- A) 5,00 segundos.
- B) 1,00 segundo.
- C) 4,00 segundos.
- D) 2,22 segundos.

CORREÇÃO

Ave Maria! *De hora em hora o trem piora!* Agora temos **Magnetismo** misturado com **Leis de Newton**. Quero ver um aluno da escola da zona rural lá de Minas Novas, escola que já visitei, por sinal, fazer esta questão... Ou do Ensino Médio da escola do distrito de São Gonçalo do Rio das Pedras! Acreditava que, enquanto a escola pública vai melhorando aos poucos, estes alunos também deveriam ter chance de entrar na UFVJM! Mas já vi que não é isto o que a COPEVE quer, absolutamente... Nada de questões conceituais e bem ilustradas, que valorizam muito mais a capacidade de interpretação do aluno.

O negócio é falar menos e corrigir mais. Vamos lá!

A teoria: à medida em que a barra cilíndrica rola descendo o plano, a área para fluxo magnético no interior do circuito varia, gerando uma força eletromotriz que provoca uma corrente elétrica. Pela Lei de Lenz, "*contrariar a causa que a causou*", aparecerá uma força magnética que tende a equilibrar

a componente do peso da barra paralela ao plano, tangencial, fazendo com que ela desça em MRU, na velocidade chamada de terminal.

Só isto! Questão boa também, para o IME, talvez...

E mais: o **desenho está mal feito!** Se o campo magnético está **entrando** no plano, não pode ser desenhado paralelo à barra cilíndrica!

Partimos do desenho:

$$F_{mag} = P_{tang} \Rightarrow Bil.sen\alpha = mg.sen\theta$$

Se precisar, revise o **plano inclinado**, sua decomposição da força peso. Daí:

$$Bil.sen90^\circ = mg.sen30^\circ \Rightarrow 2Bil = mg$$

O **campo** está perpendicular à corrente i . Só na teoria, como eu disse, no desenho não! Da Lei de Ohm: $i = V/R = \varepsilon/R$.

$$2B \frac{\varepsilon}{R} \ell = mg$$

Mas, da Lei de Faraday,

para uma barra que se move num campo \vec{B} : $\varepsilon = \vec{v} \cdot \vec{B}$. E $\ell = d$ neste caso!

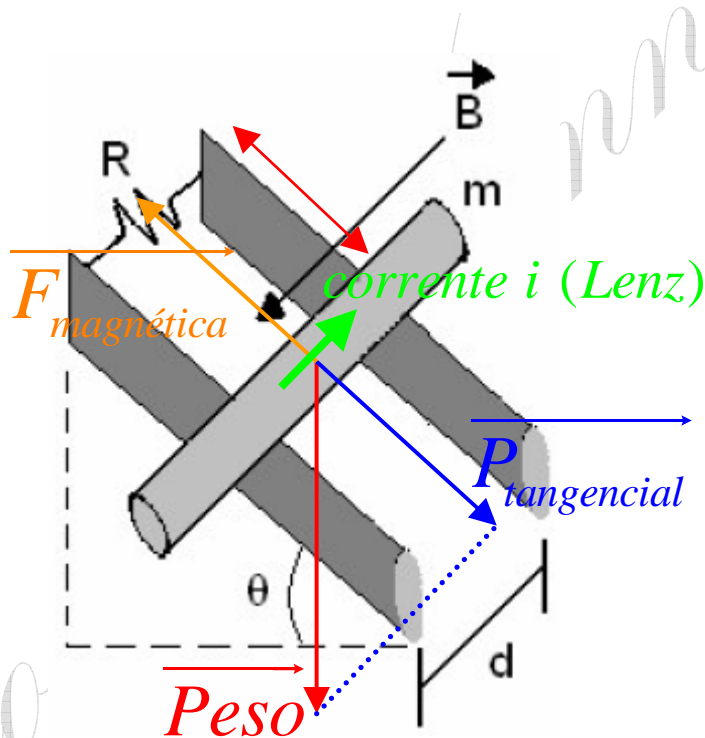
$$2B \frac{BV}{R} \ell = mg$$

Agora precisamos de uma aproximação: supondo que a barra desça em **Movimento Uniformemente Variado**, teremos $V = at$ – partiu do repouso – e num plano inclinado $a = g \sin\theta$, no caso, $a = g \sin 30^\circ = g/2$. Confira a aceleração num plano inclinado **sem atrito**. Porém, trata-se de uma aproximação, afinal, a **força magnética depende da velocidade, que aumenta até a terminal** na descida! Logo, não é um MUV! Se a força varia, a aceleração também varia! Mas, feita esta aproximação grosseira, teremos:

$$\frac{2B^2 d^2 at}{R} = mg \Rightarrow t = \frac{Rm g}{2B^2 d^2 g \sin 30^\circ}$$

Até aumentei o tamanho para ficar mais visível! Acho que estamos quase lá.

Finalmente, poderemos substituir os valores e fazer as contas:



$$t = \frac{Rm}{B^2 d^2} = \frac{\cancel{2.0,1}}{1,5^2 \cdot \cancel{0,2^2}} = \frac{1}{2,25 \cdot 0,2} \Rightarrow$$

$$t = \frac{1}{0,45} = \frac{\cancel{100}^{20}}{\cancel{45}_9} = 2,22s$$

Questão terrível! Extremamente complexa, com uso de muitas, sem a menor necessidade! Não seleciona: será acertada no chute e errada pela maioria! Aposto, mas não poderemos conferir visto que a UFVJM não divulga estatísticas de acertos, como o índice de discriminação. E, se divulgasse, veríamos que a qualidade deste tipo de questão é para lá de questionável!

Duas coisas que estranhei muito nesta questão e chego a achar que ela esta errada, do ponto de vista da Física: a primeira é que o resultado não depende da gravidade (!?) e a segunda foi a aproximação do MUV, a meu ver completamente incorreta.

Talvez haja uma forma mais simples de resolvê-la. aguardo quem quiser tentar! E, pela dificuldade, sei que gente vai ver a resolução sem entender...

OPÇÃO: D.

3. (UFOP/1º 2008) Assinale a alternativa incorreta.

- A) A luz é uma onda eletromagnética transversal que se propaga no vácuo com velocidade c .
- B) O trabalho de uma força magnética qualquer sobre uma carga elétrica em movimento é sempre nulo.
- C) Se um elétron penetra em uma região com um campo magnético uniforme e perpendicular à direção de sua velocidade, o módulo de sua velocidade aumenta.
- D) A *fem* induzida em uma espira imóvel de área ΔS , mergulhada em um campo magnético \vec{B} , constante no tempo e perpendicular à superfície da espira, será sempre nula.

CORREÇÃO

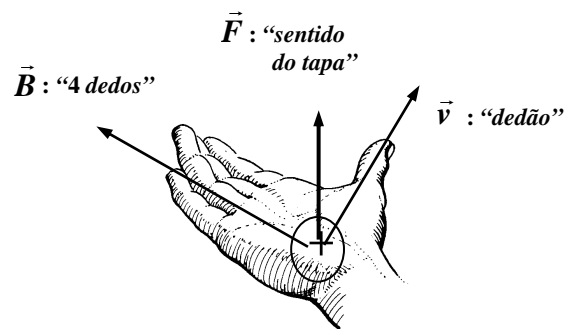
ELETROMAGNETISMOS! Senão vejamos...

a) **CERTO.** Aliás, de conhecimento geral entre estudantes do Ensino Médio! Jamais trabalhei em algum lugar que não o fosse!

b) **CERTO!** A força magnética é dada por “quem vê bem sem óculos”: $F_{mag} = qvB\text{sen}\theta$, em módulo.

Seu sentido é dado pela regra da mão, veja:

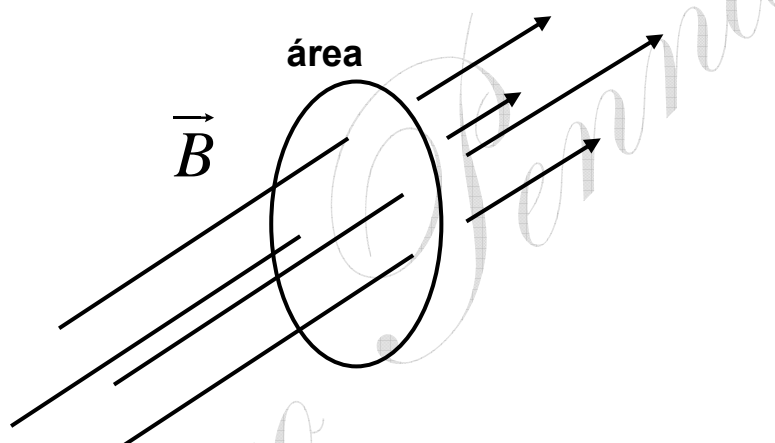
A regra mostra que a **força magnética é sempre perpendicular à velocidade**. Forças perpendiculares à velocidade **nem realizam trabalho bem como provocam apenas alterações na direção - fazem curvas!**



*mão
direita*

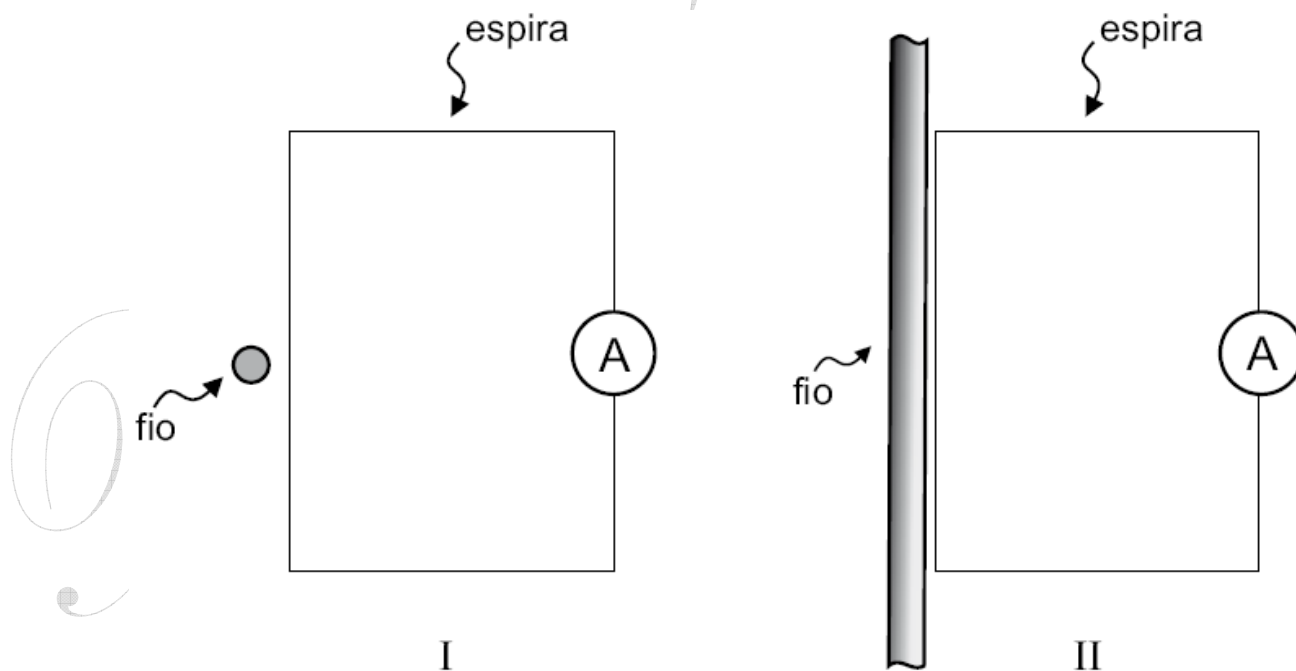
- c) **ERRADO!** Pela razão exposta no item anterior. Aceleramos partículas com forças elétricas ou com ressonâncias provocadas por ondas eletromagnéticas. Quem quiser saber mais, veja vários tipos de aceleradores na Wikipedia: http://pt.wikipedia.org/wiki/Acelerador_de_part%C3%ADculas . Consultar também explicações sobre aceleração centrípeta e tangencial.
- d) **CERTO.** Lei de Faraday: “para gerar eletricidade é preciso fazer variar o fluxo magnético”. Veja a ilustração.

A questão diz que o campo é constante, quer dizer, em nenhum caso ele iria variar. Há fluxo, mas ele não varia no tempo.



OPÇÃO: C.

4. (UFMG/2009) Sabe-se que uma corrente elétrica pode ser induzida em uma espira colocada próxima a um cabo de transmissão de corrente elétrica alternada – ou seja, uma corrente que varia com o tempo. Considere que uma espira retangular é colocada próxima a um fio reto e longo de duas maneiras diferentes, como representado nestas figuras:



Na situação representada em **I**, o fio está perpendicular ao plano da espira e, na situação representada em **II**, o fio está paralelo a um dos lados da espira. Nos dois casos, há uma corrente alternada no fio. Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que uma corrente elétrica induzida na espira

- A) ocorre apenas na situação **I**.
 B) ocorre apenas na situação **II**.
 C) ocorre nas duas situações.
 D) não ocorre em qualquer das duas situações.

CORREÇÃO

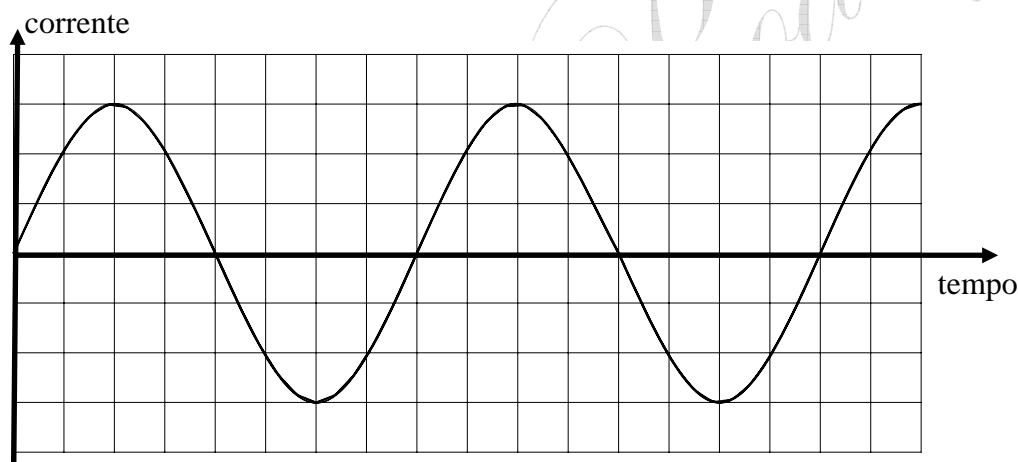
O **ELETROMAGNETISMO**, mais especificamente a **Lei** do brilhante **Faraday**. Começemos por ela.

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} : \text{quer dizer, para gerar eletricidade, o fluxo magnético } \Delta\phi \text{ deve variar com o tempo } \Delta t.$$

E o fluxo é dado pelo número de linhas que *furam* o plano da espira.

A **origem** do magnetismo é o **movimento das cargas** elétricas. Numa **corrente**, cargas em movimento, sempre temos um **campo magnético associado**. Podemos imaginar as **linhas de indução** do campo e verificar se elas variam ou não dentro da espira, para saber se haverá ou não **corrente induzida** – eletricidade gerada!

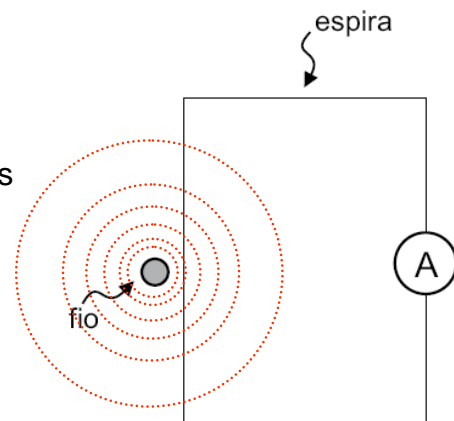
Uma coisa é certa: na corrente alternada, o campo é sempre variável. $\mathbf{B} \propto \mathbf{i}$. O gráfico:



Veja que a **corrente elétrica** varia **em módulo** e **em sentido de circulação**, portanto, a princípio, ela já gera um campo magnético, que depende dela, variável.

Agora, vejamos as linhas de indução.

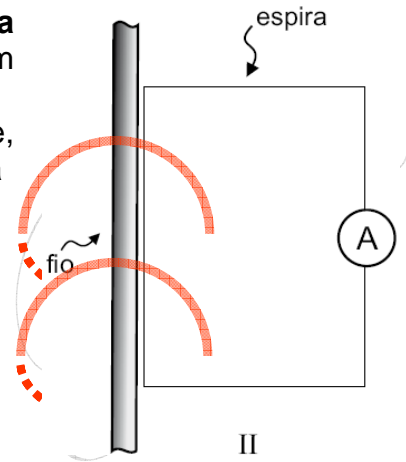
Note que as linhas são circulares em torno do fio. O fato de elas irem se afastando é importante, pois mostra que o campo vai diminuindo à medida que se afasta do fio.



Porém, para a questão, o que importa é que **as linhas são tangentes ao plano da espira**, ou seja, **não furam a espira**. Conseqüentemente, não podem ter seu fluxo variando no tempo e gerando assim uma corrente induzida!

Na figura 2 o caso é diferente! As linhas **penetram no plano da espira**. E sua quantidade – **módulo** – e sentido de circulação variam com o tempo **porque a corrente é alternada**!

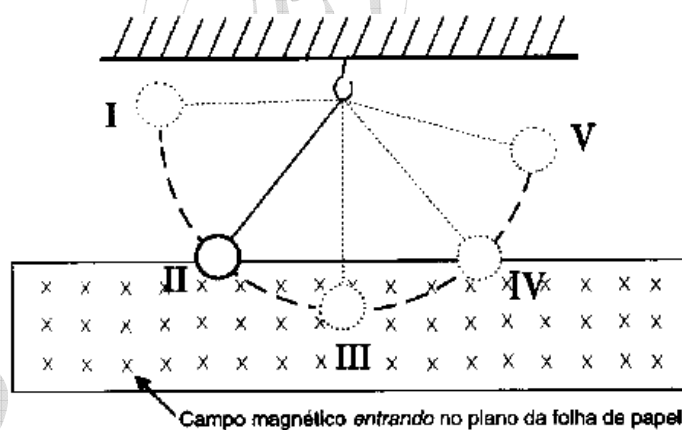
Assim, aqui **temos um fluxo magnético variável com o tempo** e, agora sim, **será gerada uma corrente elétrica** que o amperímetro irá marcar.



OPÇÃO: B.

5.

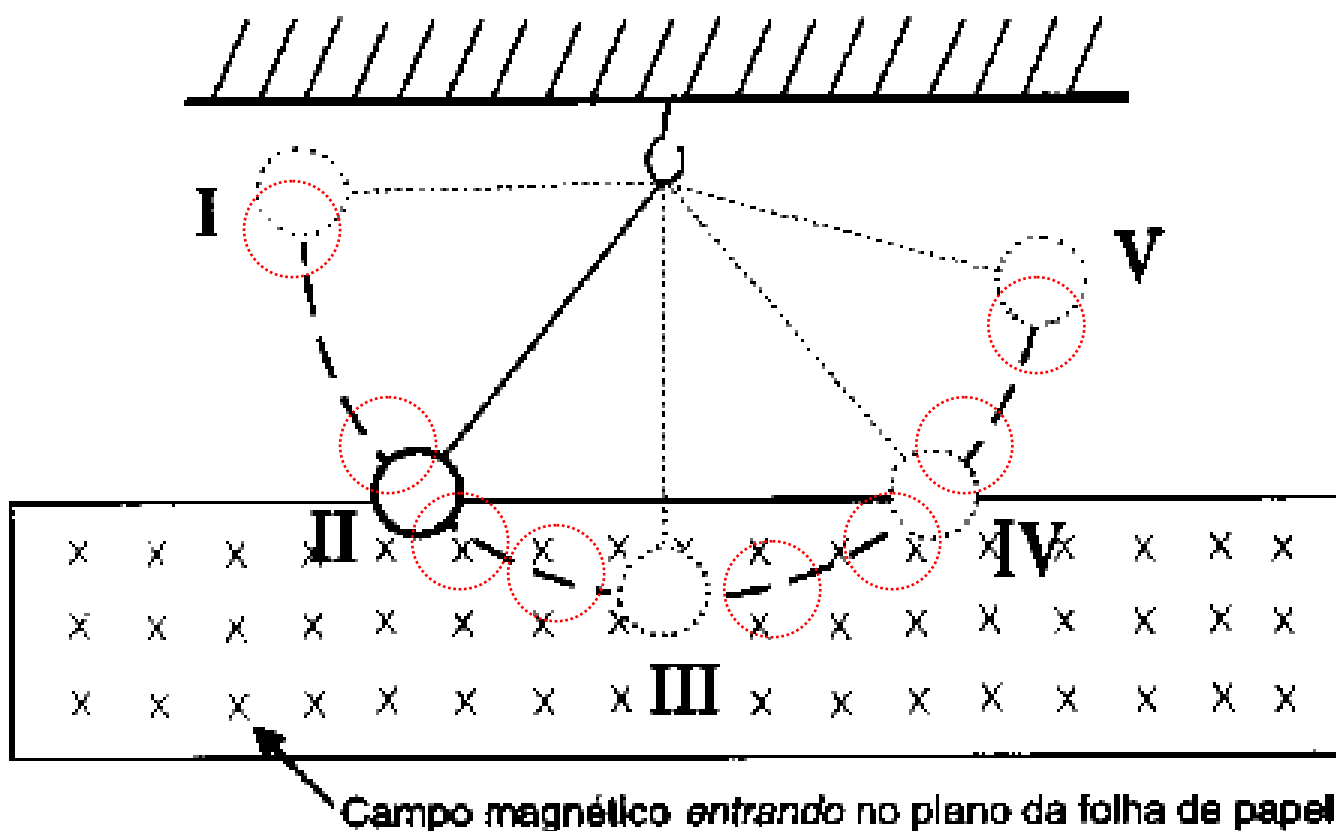
(UFMG/96) (SP – C6 – H21) Um anel metálico é preso na extremidade de um cordão e posto a oscilar. Durante seu movimento, ele passa por uma região onde existe um campo magnético uniforme como mostra a figura. Considere que o plano do anel permanece sempre perpendicular à direção do campo magnético e que a linha tracejada representa a trajetória do anel.



Pode-se afirmar que, durante a oscilação, aparecerá uma corrente elétrica induzida no anel quando ele estiver passando nas regiões
 A) I, II, III, IV e V. B) II, III e IV. C) II e IV. D) III

CORREÇÃO

De acordo com a **Lei de Faraday**, para gerar eletricidade o fluxo magnético ϕ variar com o tempo. Vou ampliar a figura e a espira para corrigir. Observe.



Nas posições I e V, a espira se move onde não há campo, logo o fluxo magnético não varia.

Na posição III, ela se move dentro de um campo **uniforme**, logo constante, mantendo ϕ .

Porém, em II e IV ela está justamente na transição, na entrada e na saída do campo. Assim, **nestas posições o fluxo ϕ está variando**, e eletricidade sendo gerada.

OPÇÃO: C.

6. (UFOP/2009) Qual dispositivo abaixo utiliza o princípio da indução eletromagnética no seu funcionamento básico?

- A) um chuveiro elétrico
- B) um ferro de passar roupa
- C) um liquidificador
- D) uma bateria de automóvel

CORREÇÃO

O princípio da indução – <http://quantizado.blogspot.com/search/label/indu%C3%A7%C3%A3o> – se relaciona às Leis de Faraday e Lenz. Vem da forma de gerar eletricidade colocando bobinas para girar próximas a ímãs, como nos motores, por sinal. Sempre comento em sala que o motor elétrico é *irmão* do gerador.



Veja o motor do liquidificador ilustrado. Observe a cor típica do cobre e os grandes ímãs laterais.

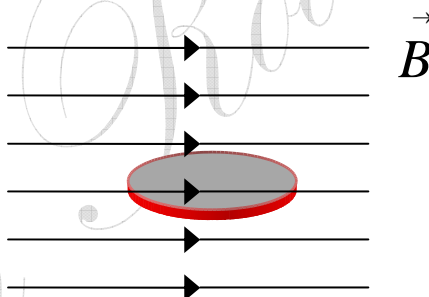
OPÇÃO: C.

7. (CEFET/2009) A força eletromotriz induzida pode ser obtida pela variação temporal do fluxo magnético e será nula quando a(o)

- a) campo de indução magnética variar e for rasante à superfície de fluxo magnético.
- b) campo de indução magnética aumentar e for normal à superfície de fluxo magnético.
- c) superfície de fluxo magnético variar e o campo de indução magnética for normal a ela.
- d) superfície de fluxo magnético diminuir e o campo de indução magnética for normal a ela.

CORREÇÃO

A questão pede que **não se gere eletricidade**. Da Lei de Faraday: $\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$, quando o campo varia ainda há jeito de não se gerar. **Desde que o fluxo magnético seja zero**. Costumo mostrar em sala com meus próprios óculos. Mas, seria como no desenho abaixo. Uma espira metálica na direção do campo, zerando o fluxo.

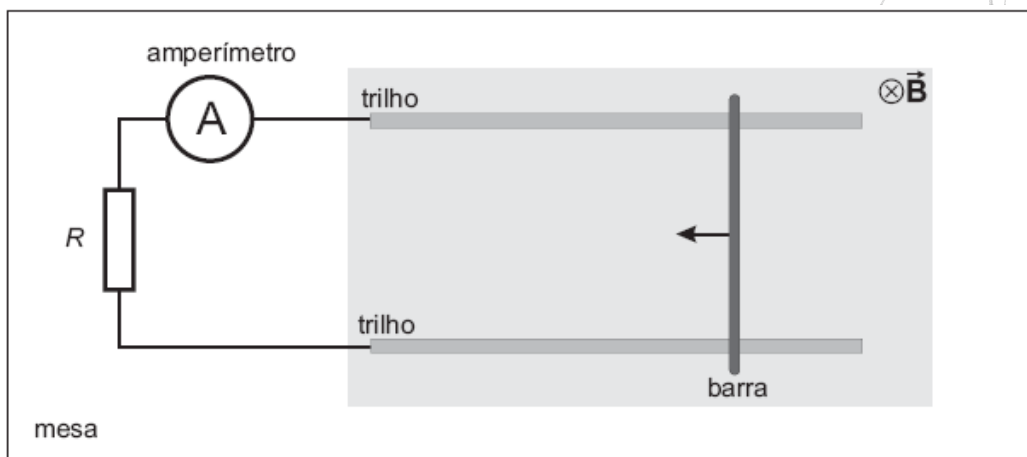


OPÇÃO: A.

Lei de Lenz

8. (UFMG/2006) (Constituída de dois itens.)

Em uma aula de eletromagnetismo, o Professor Emanuel faz a montagem mostrada, esquematicamente, nesta figura:



Nessa montagem, uma barra de metal não-magnético está em contato elétrico com dois trilhos metálicos paralelos e pode deslizar sobre eles, sem atrito. Esses trilhos estão fixos sobre uma mesa horizontal, em uma região onde há um campo magnético uniforme, vertical e para baixo, que está indicado, na figura, pelo símbolo \otimes . Os trilhos são ligados em série a um amperímetro e a um resistor R .

Considere que, inicialmente, a barra está em repouso.

Em certo momento, Emanuel empurra a barra no sentido indicado pela seta e, em seguida, solta-a.

Nessa situação, ele observa uma corrente elétrica no amperímetro.

Com base nessas informações,

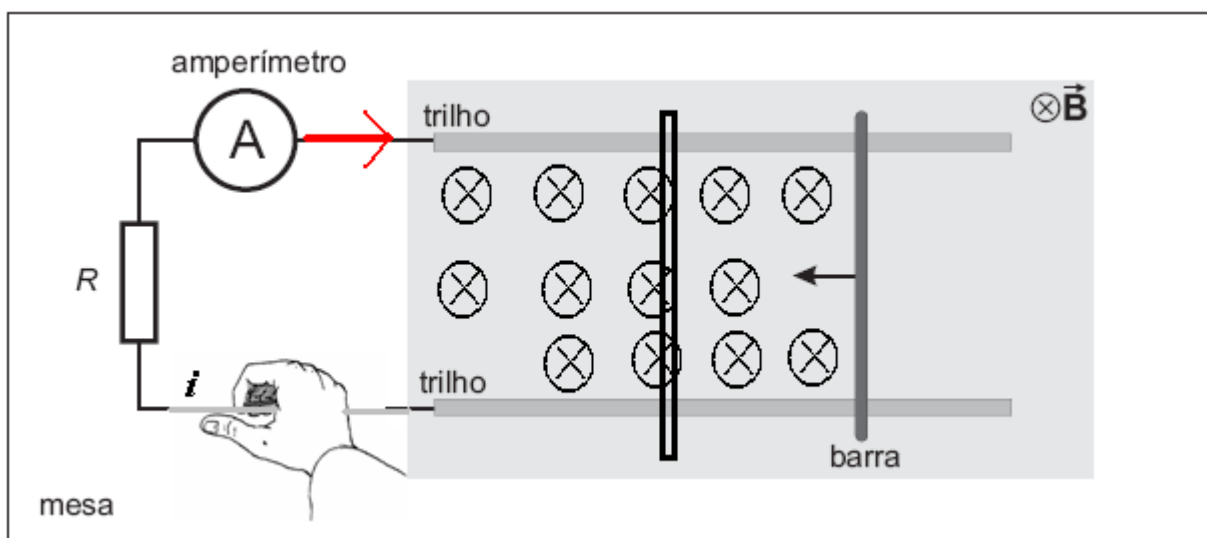
1. **INDIQUE**, na figura, o sentido da corrente elétrica observada por Emanuel.

JUSTIFIQUE sua resposta.

CORREÇÃO

A boa e velha **Lei de Faraday-Lenz!** $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta T}$. Lembro-me como se fosse hoje, meu velho

professor do CEFET/MG, Raimundão, tão grande quanto o aumentativo, dando murros que estremeciam o quadro: “A força eletromotriz induzida tende a contrariar a causa que a causou.” Desculpem-me os professores de Português! Esta é a Lei de Lenz. Analisando a questão também pela Lei de Faraday, quando a barra se move para a esquerda, o nº de linhas de indução “entrando” no circuito diminui, e eletricidade é gerada, acusando no amperímetro. Para “compensar” a diminuição de linhas entrando, **a corrente induzida circula no sentido de produzir mais linhas entrando**. Pela **regra da mão direita**, que não consigo desenhar no computador (muito menos a mão, pois sou péssimo artista!), neste **caso a corrente no amperímetro deve circular no sentido horário!**



2. RESPONDA:

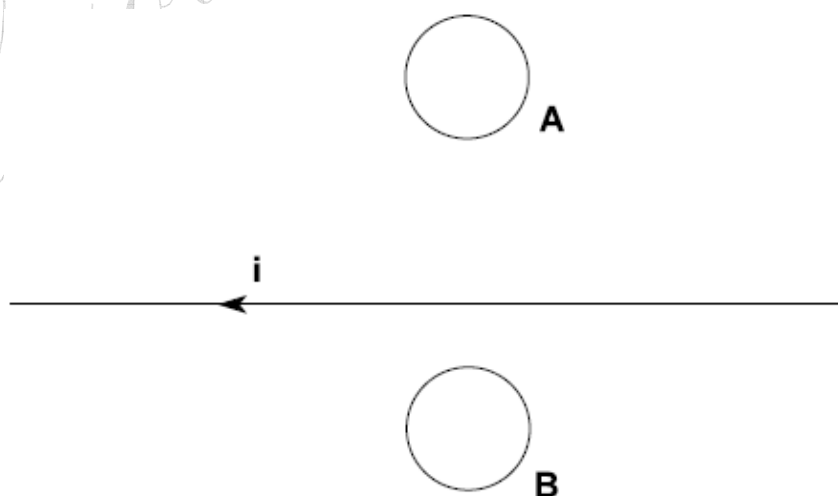
Após a barra ser solta, sua velocidade **diminui**, **permanece constante** ou **aumenta** com o tempo? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

CORREÇÃO

Pelo **Princípio Geral da Conservação da Energia**, a barra pára após um tempo! Ao ser empurrada, a barra ganha uma quantidade de Energia Cinética, que é transformada em Energia Elétrica! À medida em que ela se desloca, sua Energia Cinética vai sendo transformada em Elétrica, sua velocidade vai diminuindo até parar! Pode-se fazer outras justificativas, até mais filosóficas...

Recomendo assistir a um filme nacional, “Queoma” ou algo parecido, com Stênio Garcia, sobre a tentativa de um cientista maluco de construir o chamado “moto-contínuo”!

- 9. (UFVJM/2006)** A figura a seguir representa um fio retilíneo e muito longo pelo qual circula uma corrente de i ampères no sentido indicado. Próximo ao fio existem duas espiras circulares **A** e **B** planas e coplanares com o fio.



De acordo com essa informação e admitindo-se a diminuição da intensidade da corrente no fio, com o decorrer do tempo, é **CORRETO** afirmar que aparecem correntes induzidas

- A) no sentido horário em **A** e anti-horário em **B**.
- B) em **A** e **B**, ambas no sentido anti-horário.
- C) no sentido anti-horário em **A** e horário em **B**.
- D) em **A** e **B**, ambas no sentido horário.

CORREÇÃO

Eletromagnetismo: as Leis de Faraday-Lenz. Além de conhecê-las, vamos precisar utilizar a **regra da mão**.

Em primeiro lugar, vejamos para onde aponta o **campo magnético** criado pela corrente dentro das espiras. Justamente com essa regra.

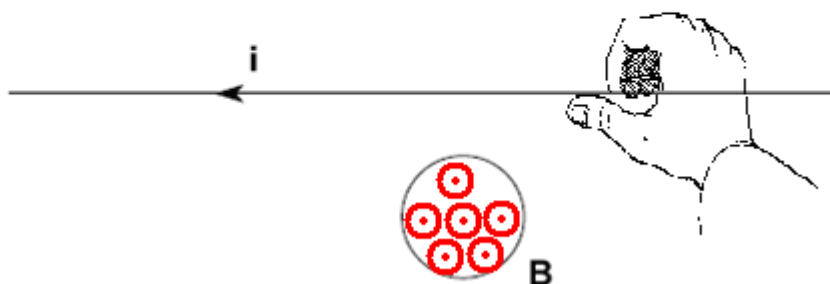
Vemos, pelo desenho, que **acima (A) do fio o campo está dentro (⊗) e abaixo para fora (⊙).**



para

fora (⊙).

À medida que a corrente **diminui**, a intensidade do **campo diminui**, e diminui também o número de **linhas de indução**, conforme mostra a próxima figura. De acordo com a

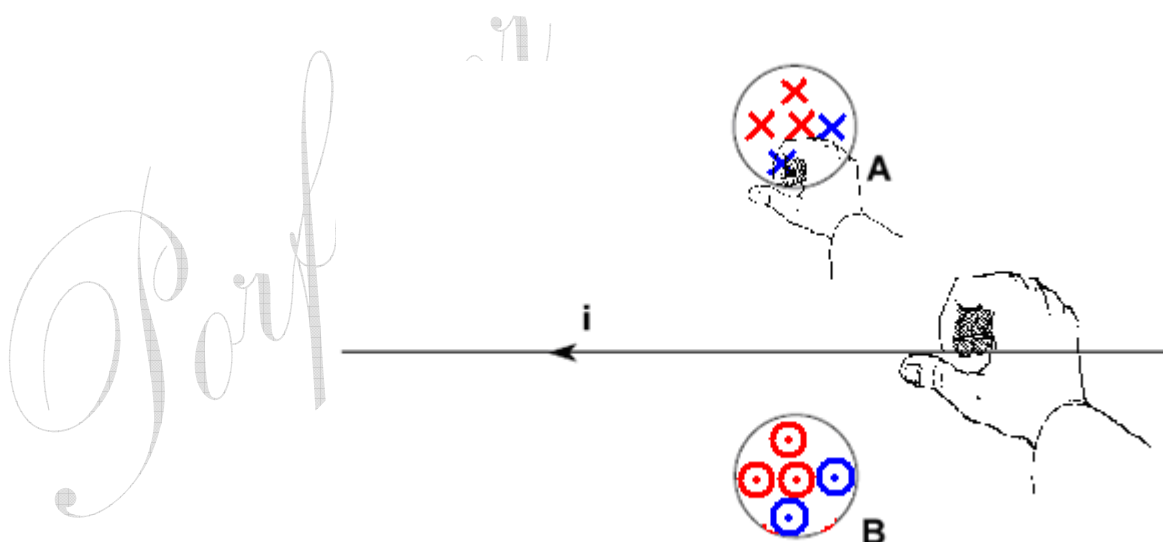


Lei

de Faraday-Lenz, $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$,

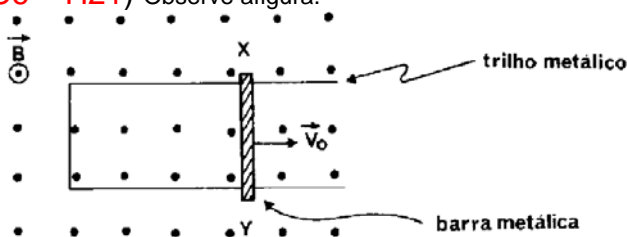
aparece nas espiras uma corrente cujo sentido **“tende a contrariar a causa que a causou”**.

Vemos que em cima **diminui o número de “xisinhos” e embaixo de “pontinhos”**. Então, pela **Lei de Lenz**, a **corrente induzida tenta criar “xisinhos” acima e “pontinhos” abaixo**, compensando a diminuição (**contrariando a causa**) da intensidade (e das linhas) do campo. Pelo sentido do **dedão** da mão, para que isto ocorra, **acima a corrente deve circular no sentido horário e abaixo anti-horário**.



OPÇÃO: A.

10. (UFMG/93) (CF – C6 – H21) Observe a figura.



Essa figura mostra um trilho metálico, horizontal, sobre o qual uma barra, também metálica, pode-se deslocar livremente, sem atrito. Na região onde está o trilho existe um campo magnético \vec{B} , "saindo" do papel. Lançando-se a barra para a direita, com velocidade \vec{v}_0 , haverá nela uma corrente elétrica

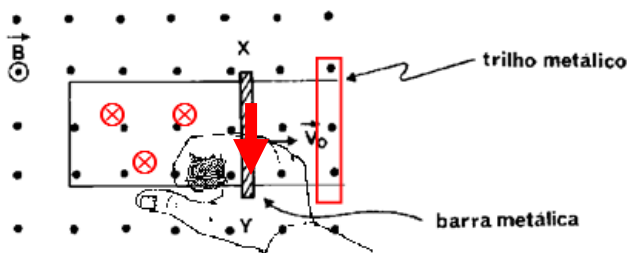
- A) de X para Y e seu movimento será acelerado.
- B) de X para Y e seu movimento será retardado.
- C) de Y para X e seu movimento será acelerado.
- E) de Y para X e seu movimento será uniforme.

CORREÇÃO

De acordo com a **Lei de Lenz**, a f.e.m. induzida tenta a "contrariar a causa que a causou". Assim, se a barra se move para direita, aumentando o fluxo de "pontinhos", a corrente tenta criar um campo "xisinho", em sentido contrário, para se opor ao aumento.

Veja:

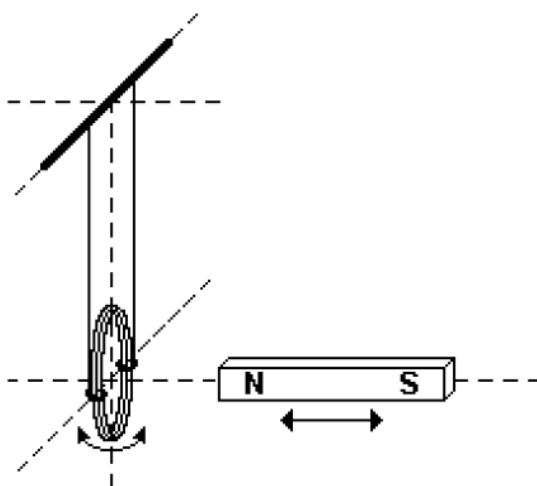
Pela regra da mão, neste caso, o **mostra que a corrente deve circular sentido anti-horário, ou de X para Y.** disto, pela mesma Lei de Lenz, se sendo gerada energia elétrica, às da **Conservação da Energia**, a espira **perder energia cinética**, ou seja, frear...



dedão no
Além está
custas
deve

OPÇÃO: B.

11. (UNESP/99) Considere uma bobina, suspensa por dois barbantes, e um ímã que pode se deslocar ao longo do eixo da bobina, como mostra a figura.



Ao se aproximar dessa bobina qualquer um dos pólos do ímã, verifica-se que a bobina é repelida pelo ímã. Se, por outro lado, o ímã já estiver próximo da bobina e for afastado rapidamente, a bobina será atraída pelo ímã.

EXPLIQUE por que.

CORREÇÃO

Devido à Lei de Lenz, segundo a qual a “f.e.m. induzida tende a contrariar a *causa que a causou*”. Afastar ou aproximar o ímã gera eletricidade – Lei de Faraday – e a eletricidade é convertida de outro tipo de energia, ou, para gerar eletricidade é preciso fazer força. Veja os links:

<http://quantizado.blogspot.com/2009/09/lei-de-lenz.html>

<http://quantizado.blogspot.com/2009/09/lei-de-faraday.html>

- 12.** Uma espira metálica se move para a direita em direção a um campo magnético uniforme, conforme ilustrado na figura abaixo.

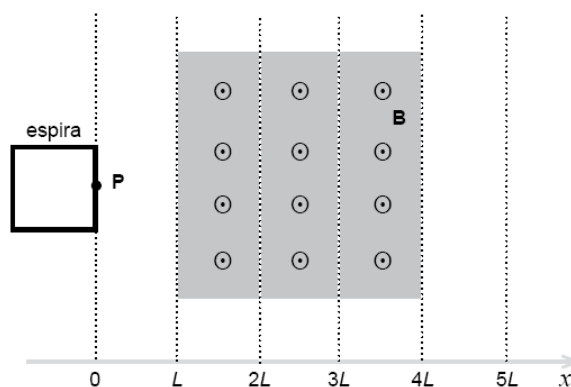


Figura retirada da prova da UFMG/2009.

De acordo com a Lei de Faraday, aparecerá uma corrente induzida na espira **tanto na entrada quanto na saída da espira da região do campo magnético**. Considerando a Lei de Lenz, sobre estas correntes induzidas na entrada e na saída, é correto afirmar que:

- ambas circularão na espira no sentido horário.
- ambas circularão na espira no sentido anti-horário.
- ambas serão perpendiculares ao plano da espira.
- uma delas será no sentido horário e a outra no sentido anti-horário.

CORREÇÃO

A Lei de Lenz tem a peculiaridade de que a f.e.m. induzida tende a *contrariar a causa que a causou*. Assim, na entrada ocorre aumento e na saída diminuição do chamado fluxo magnético ϕ na espira. Como as causas são contrárias, os sentidos das correntes também o são.

OPÇÃO: D.

13. Relacione a Lei de Lenz às Leis da Conservação.

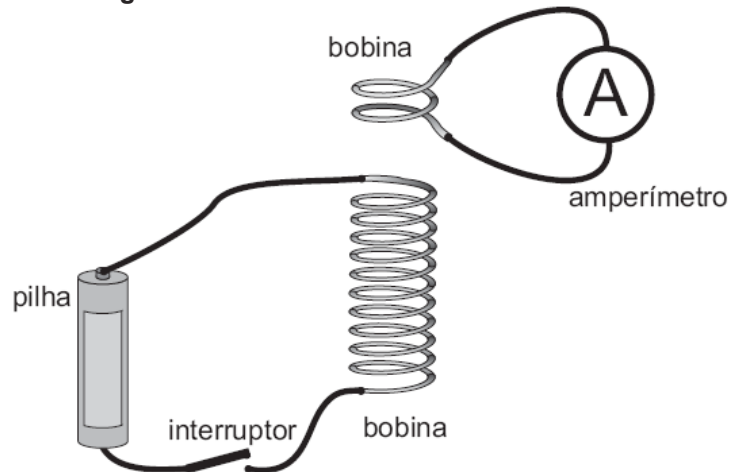
CORREÇÃO

A Lei de Lenz é uma aplicação da **Conservação da Energia**: para gerar eletricidade é preciso transformar algum outro tipo de energia em energia elétrica.

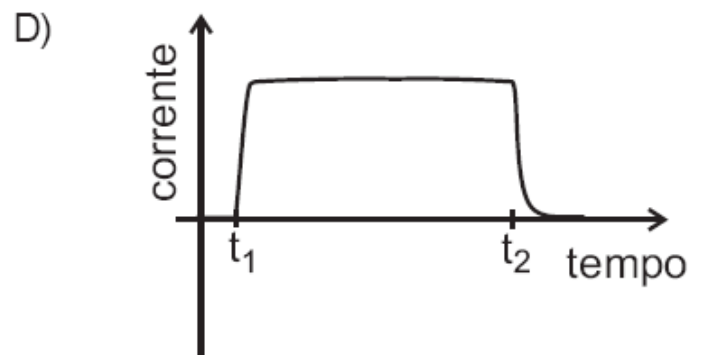
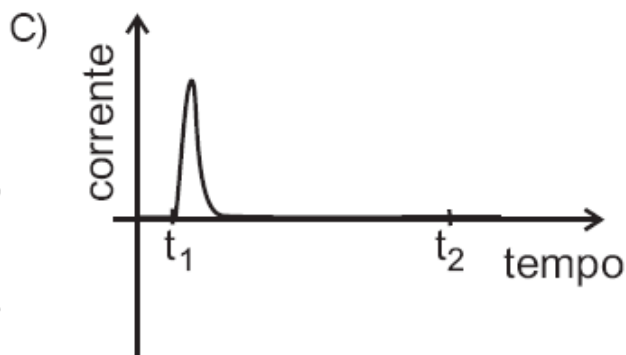
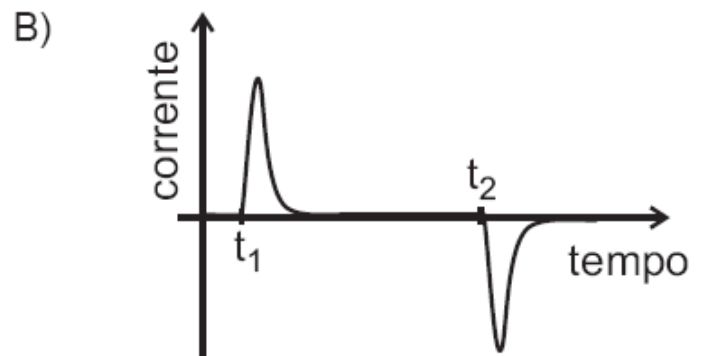
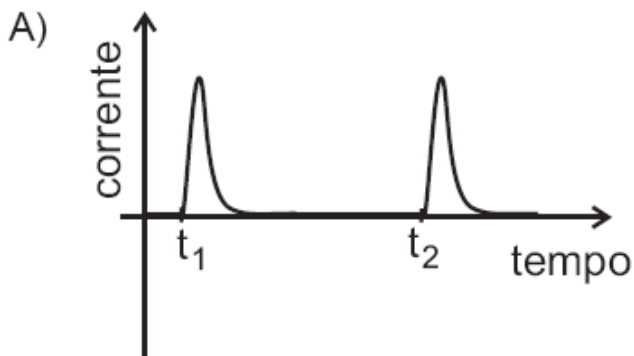
Professor Rodrigo Penna

Lei de Faraday-Lenz

14. (UFMG – 2006) Rafael utiliza duas bobinas, uma pilha, um interruptor e um amperímetro para fazer a montagem mostrada nesta figura:

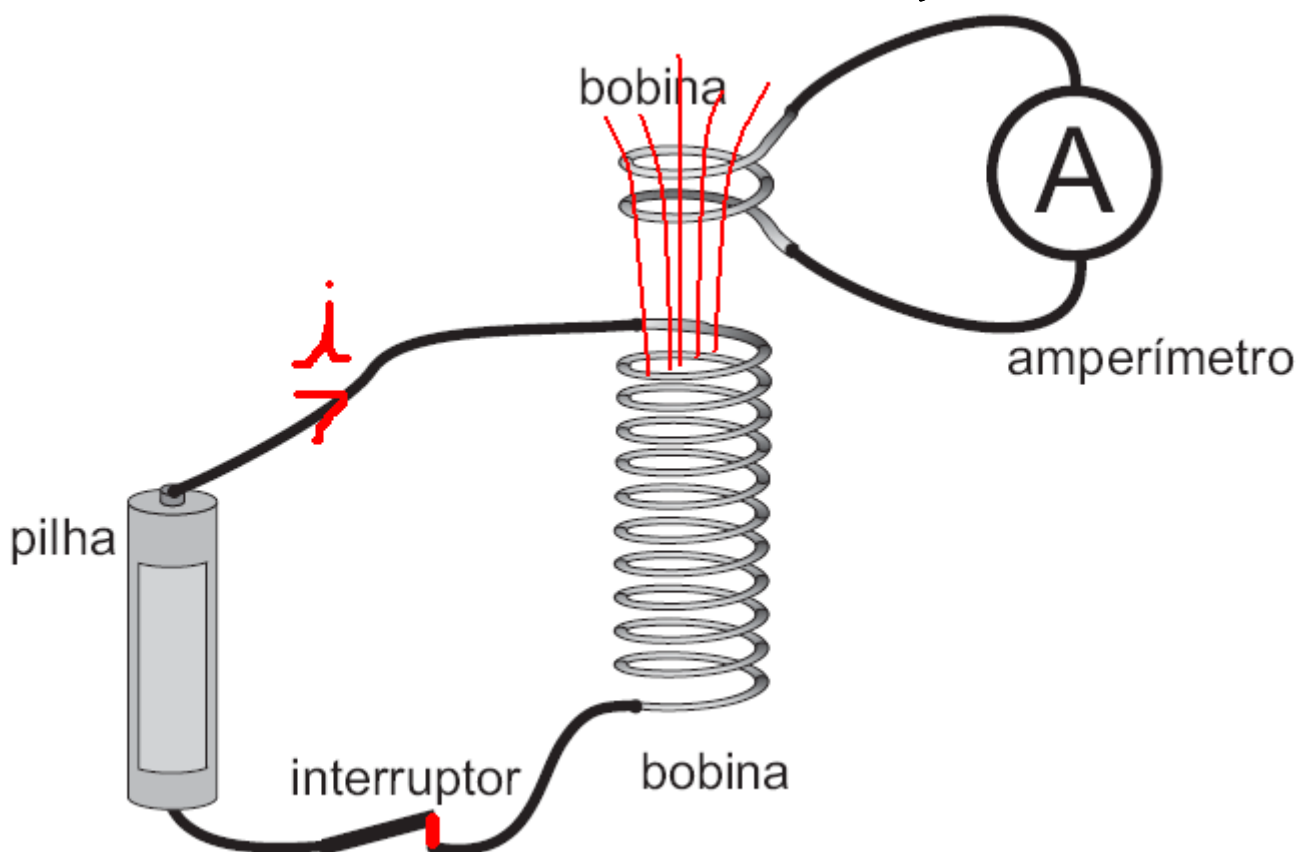


Ele liga uma das bobinas em série com a pilha e com o interruptor, inicialmente, desligado. A outra bobina, ele a conecta ao amperímetro e a coloca próximo à primeira. Em seguida, Rafael liga o interruptor no instante t_1 e desliga-o no instante t_2 . Assinale a alternativa cujo gráfico melhor representa a corrente no amperímetro em função do tempo, na situação descrita.



CORREÇÃO: Lei de Faraday-Lenz: $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta T}$. Para gerar corrente induzida é preciso fazer o

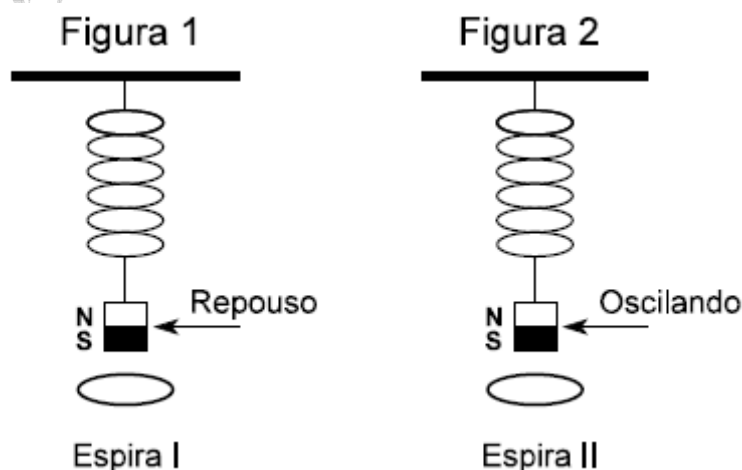
Fluxo Magnético Φ variar com o tempo T. Ao ligarmos o circuito, a corrente cria um campo magnético no solenóide, cujas linhas de indução irão passar pela bobina, esta ligada ao amperímetro.



O fluxo magnético **aparece ao ligarmos** o circuito, quando não havia nenhuma linha de indução. **Nesta hora, ele varia.** A partir daí, se deixarmos o circuito ligado, o fluxo passa a ser constante. Ele **varia novamente ao desligarmos** o circuito, quando então há fluxo, que **desaparece**. **Note que ao ligar o fluxo aumenta e ao desligar o fluxo diminui.** Assim, pela **Lei de Lenz**, “a corrente contraria a causa que a causou”, a corrente deve circular em sentidos opostos nos dois momentos: ligar e desligar.

OPÇÃO: B.

- 15.** (UFVJM – 2006) Observe as figuras 1 e 2 abaixo. Na figura 1 o ímã representado está em repouso logo acima de uma espira condutora circular I. Na figura 2 o ímã representado está oscilando verticalmente.

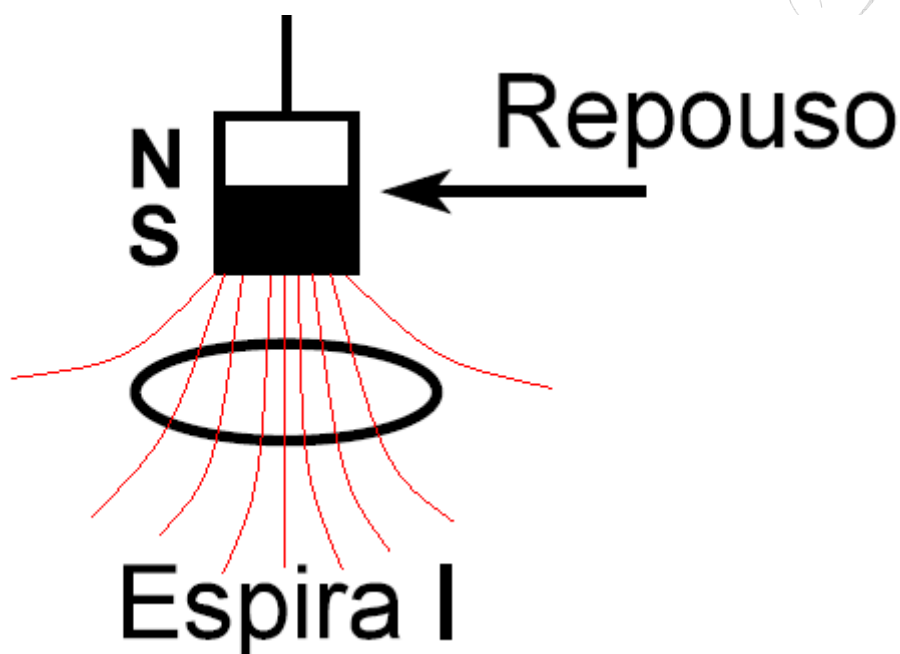


Com relação às correntes elétricas induzidas nas espiras I e II, respectivamente, é CORRETO afirmar que elas são

- A) nula e alternada.
 B) contínua e alternada.
 C) contínua e nula.
 D) alternada e nula.

CORREÇÃO

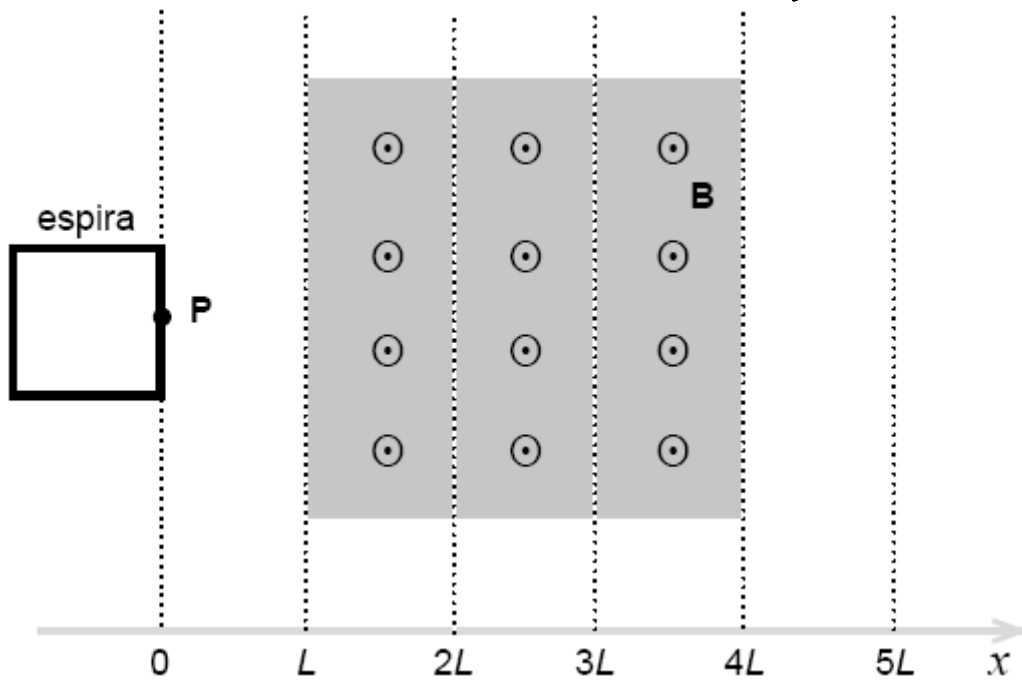
Questão clássica, sobre a Lei de Faraday-Lenz: $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta T}$. Para gerar eletricidade, o fluxo magnético deve variar no tempo, e a força eletromotriz induzida “contraria a causa que a causou”. Ampliei a figura e tracei algumas linhas de indução do campo do ímã.



Note que em repouso, não temos variação do fluxo e, portanto, nem corrente! Se o ímã se aproxima, o fluxo aumenta, e caso se afaste, pela figura, o fluxo diminui. Pela Lei de Lenz, “contrariando a causa”, em cada caso a corrente vai circular num sentido, é **alternada!** Mas a corrente na espira só ocorre com o ímã em movimento! A questão fica muito fácil pelas opções: **sabendo que em repouso não há corrente, só resta a opção A!** O resto é para confundir... Fraquinha este tipo de questão com opções que se reduzem a uma!

OPÇÃO: D.

- 16.** (UFMG/2009) Em um Laboratório de Física, um estudante puxa uma espira condutora, quadrada, sobre uma superfície horizontal, onde há um campo magnético **B**, uniforme e perpendicular ao plano da espira, como representado nesta figura:

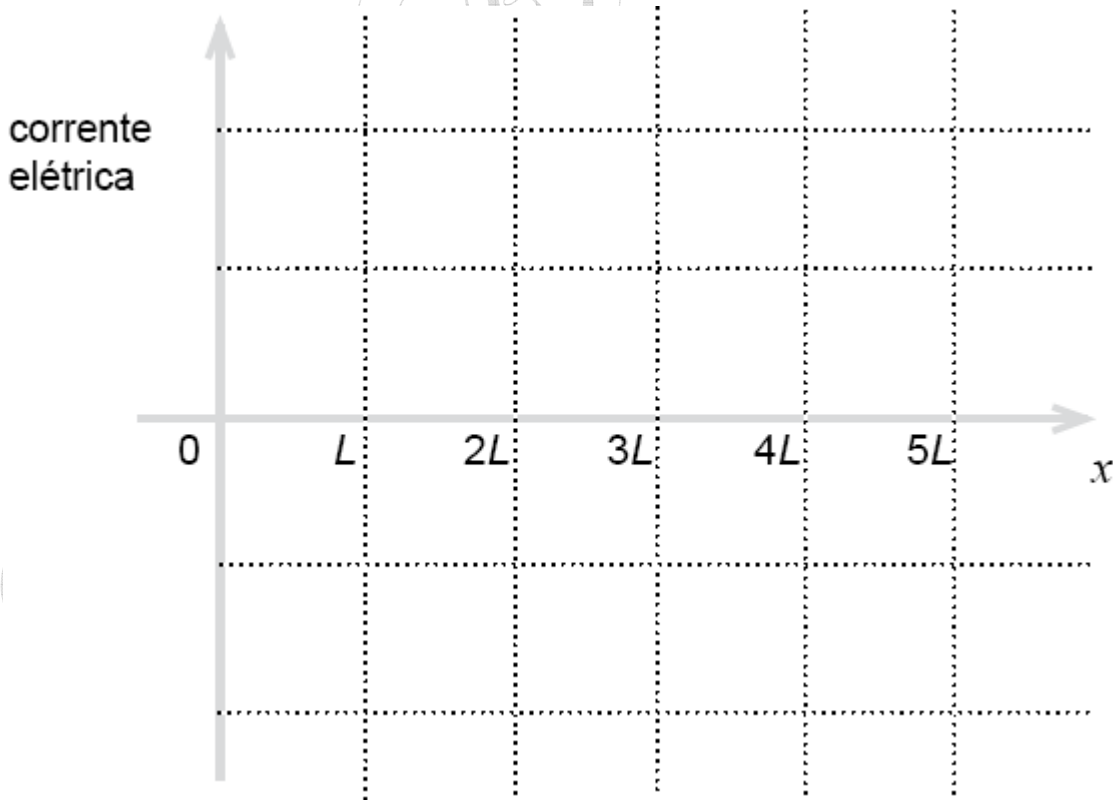


A espira, cujo lado mede L , move-se para a direita, sobre a superfície, paralelamente ao eixo x e com velocidade constante, através do campo magnético, representado pelo símbolo \odot .

Na figura, também está indicado o ponto **P**, localizado no lado direito da espira.

Considerando essas informações,

1. **ESBOCE**, no gráfico abaixo, a corrente elétrica na espira em função da posição x do ponto **P**, desde $x = 0$ até $x = 5L$.



2. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

CORREÇÃO

Veio o **ELETROMAGNETISMO**, aliás, como esperado. Prefiro fazer a questão ao contrário: analisar e justificar, como pede o item **2**, e depois construir o gráfico. Observe também a [questão fechada de 2006](#) e já terá uma boa idéia!

Lembremos a **Lei de Faraday**: para gerar corrente induzida na espira o *fluxo magnético*, que pode ser visto pelo *número de linhas de indução que furam a espira*, deve variar com o tempo.

Ou, matematicamente:
$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Enquanto a espira não entrar na região do campo, **não haverá fluxo** magnético dentro dela. Pela lei, $\mathcal{E} = 0$. Da mesma forma, após sair completamente do campo.

Quando a espira **estiver entrando** no campo, o **fluxo magnético** através dela **aumenta**, logo **varia**. Nesta hora, **haverá corrente** induzida na espira. Quando **estiver saindo** também: só que, neste caso, o **fluxo diminui**, ao contrário de aumentar. Em ambos, $\mathcal{E} \neq 0$.

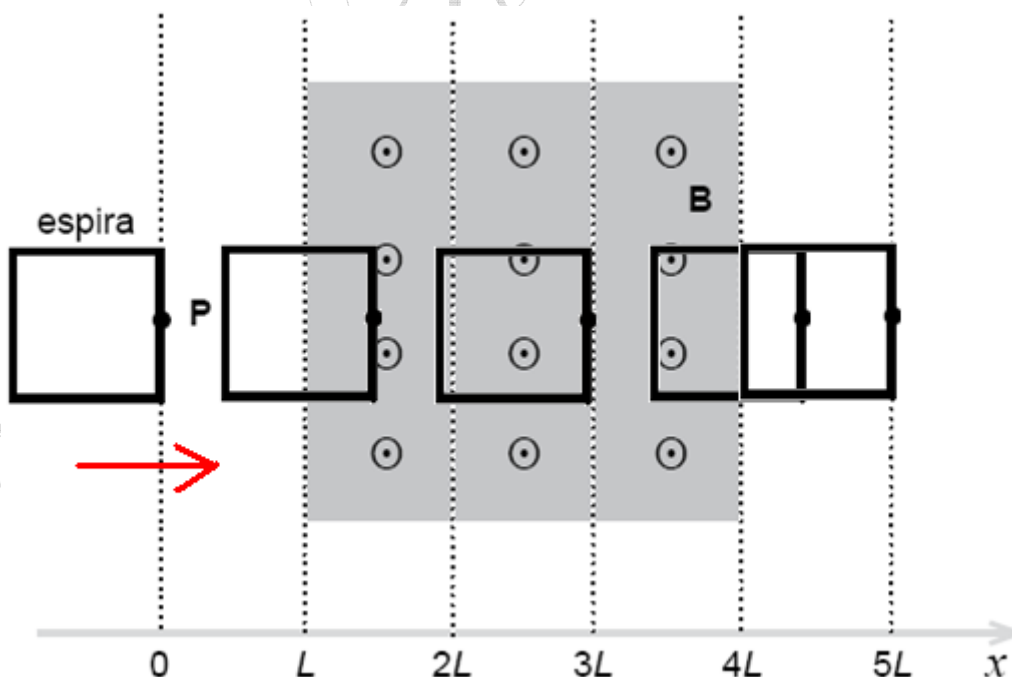
Completamente inserida no campo, **haverá fluxo** na espira. Porém, como o **Campo Magnético é Uniforme**, igualmente distribuído no espaço, o **fluxo magnético** será **constante**! Assim, **não varia** com o tempo. $\mathcal{E} = 0$.

Além de Faraday, precisamos analisar também a contribuição de **Lenz**, um **sinazinho**

negativo:
$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$
. Ela indica o **sentido da corrente induzida** na espira.

Em palavras: “a força eletromotriz induzida tende a *contrariar a causa que a causou*”. Sabemos do *problema do português*! A princípio, para a solução da questão, devemos levar em conta que o **sentido da corrente induzida quando a espira estiver entrando – fluxo aumenta – deve ser contrário ao sentido de quando a espira estiver saindo – fluxo diminui**.

Vou ilustrar, primeiro, a situação. Veja a espira se movendo na horizontal.



Veja que, na **entrada**, a **parte cinza**, que representa o campo, vai **umentando** dentro da espira. Na **saída**, vai **diminuindo**. Não fixe sua atenção ao símbolo \odot , campo **saindo**, e sim toda a região cinza que mostra onde o campo atua.

Desta maneira, **teremos corrente elétrica induzida na espira**, obedecendo à **Lei de Faraday, na entrada e na saída da espira do campo**. Nestas duas ocasiões, o **fluxo magnético no interior**

da espira varia e como $\mathcal{E} = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$, **haverá força eletromotriz induzida (f.e.m) \mathcal{E} gerando a corrente**. Outro *detalhe*: como a espira se move **“com velocidade constante”**, a variação do fluxo magnético $\Delta\phi$ e a f.e.m. \mathcal{E} serão constantes. Já que a espira tem **resistência R constante** e, da **Lei de**

Ohm, $i = \frac{\mathcal{E}}{R}$, então a **corrente induzida também será constante**.

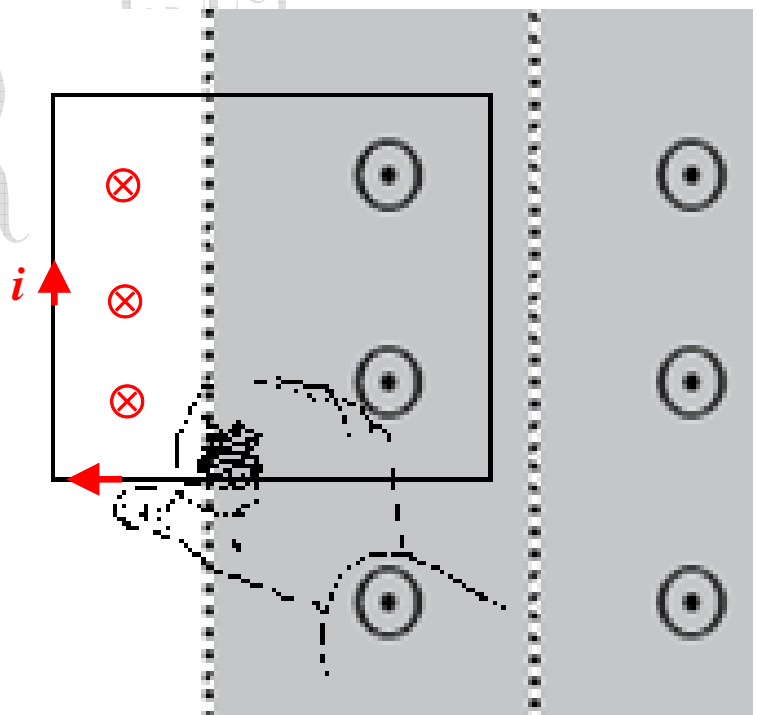
Agora, abordando a **Lei de Lenz**. Provavelmente, a correção oficial aceitará argumentos de que o **sentido da corrente na entrada da espira no campo**, quando o fluxo aumenta, deve ser **contrário ao sentido da saída**, quando o fluxo diminui. Mas, podemos fazer uma análise bem mais detalhista.

Vamos ilustrar novamente apenas a entrada da espira no campo. Vemos o fluxo magnético aumentando e temos em mente Lenz: *contrariar a causa que a causou*. Se o fluxo está aumentando, contrariar a causa significa que **a corrente induzida deve contribuir para tentar diminuir o fluxo**. E, temos a **regra da mão direita**, aplicável justamente a estas situações...

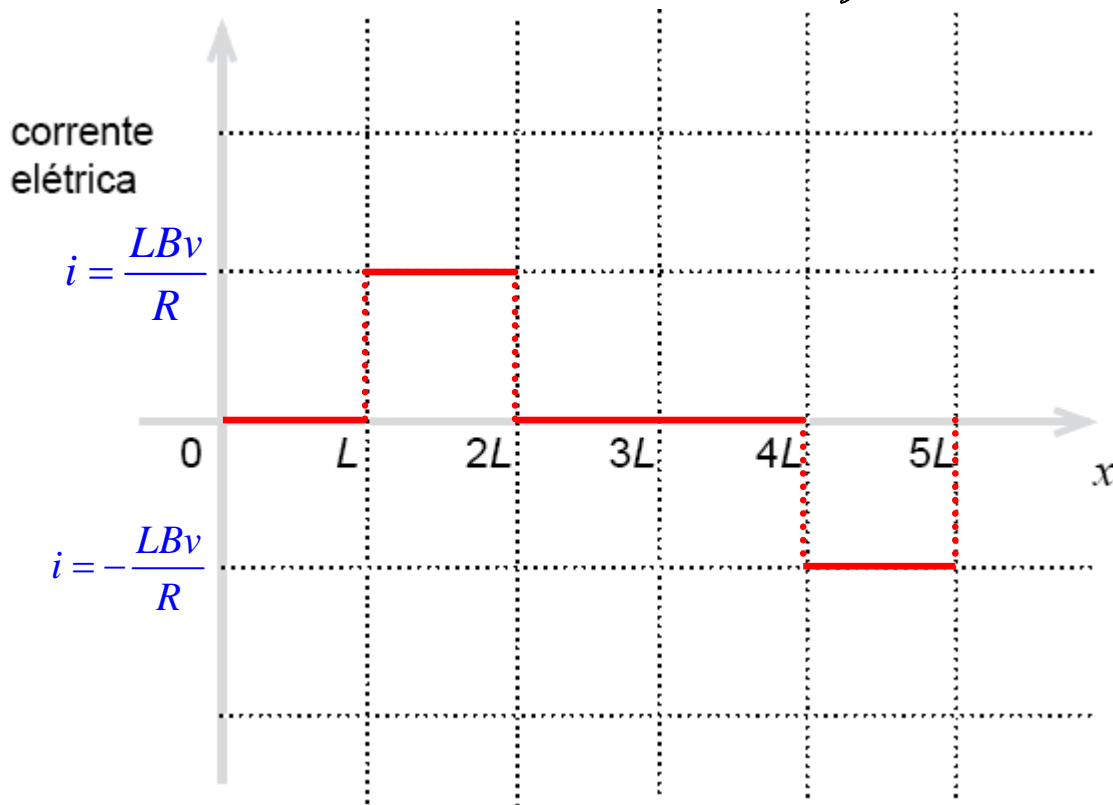
Veja a figura:

Como está aumentando, dentro da espira, a quantidade de linhas \odot , a corrente induzida i cria um campo \otimes , para dentro, tentando diminuir o fluxo magnético. Pela regra da mão, os 4 dedos apontam para dentro da página, e o **dedão indica o sentido da corrente elétrica, horário**, no caso.

Podemos estabelecer, para a construção do gráfico, que **o sentido horário será o positivo e vice-versa**. Não analisamos a **saída** da espira porque a situação é **simétrica: acontece justamente o contrário**.



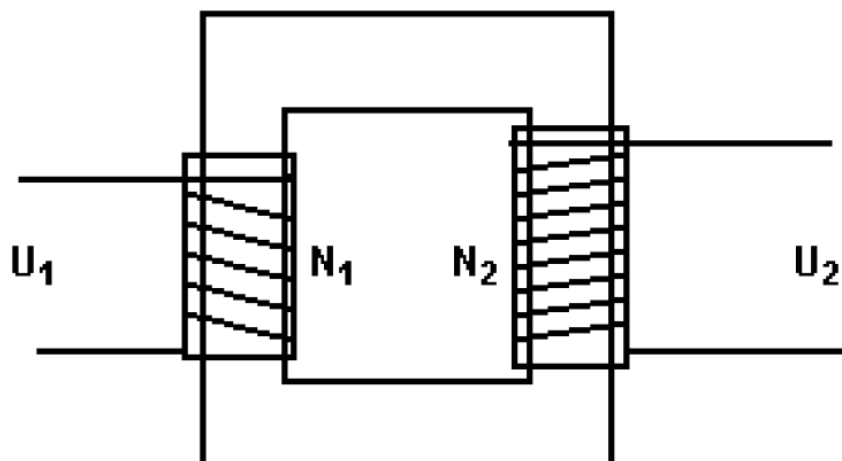
Finalmente, construindo o gráfico que a questão solicita:



E, ainda ficou como pára-casa discutir o módulo da corrente induzida, dado por

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

- 17.** (UFPR/2006) (SP – C6 – H21) O fenômeno da indução eletromagnética permite explicar o funcionamento de diversos aparelhos, entre eles o transformador, o qual é um equipamento elétrico que surgiu no início do século 19, como resultado da união entre o trabalho de cientistas e engenheiros, sendo hoje um componente essencial na tecnologia elétrica e eletrônica. Utilizado quando se tem a necessidade de aumentar ou diminuir a tensão elétrica, o transformador é constituído por um núcleo de ferro e duas bobinas, conforme ilustra a figura a seguir. Uma das bobinas (chamada de primário) tem N_1 espiras e sobre ela é aplicada a tensão U_1 , enquanto que a outra (chamada de secundário) tem N_2 espiras e fornece a tensão U_2 .



Sobre o transformador, é correto afirmar:

- a) É utilizado para modificar a tensão tanto em sistemas de corrente contínua quanto nos de corrente alternada.
- b) Num transformador ideal, a potência fornecida ao primário é diferente da potência fornecida pelo secundário.
- c) Quando o número de espiras N_1 é menor que N_2 , a corrente no secundário é maior que a corrente no primário.
- d) Quando o número de espiras N_1 é menor que N_2 , a tensão U_2 será maior que a tensão aplicada U_1 .

CORREÇÃO

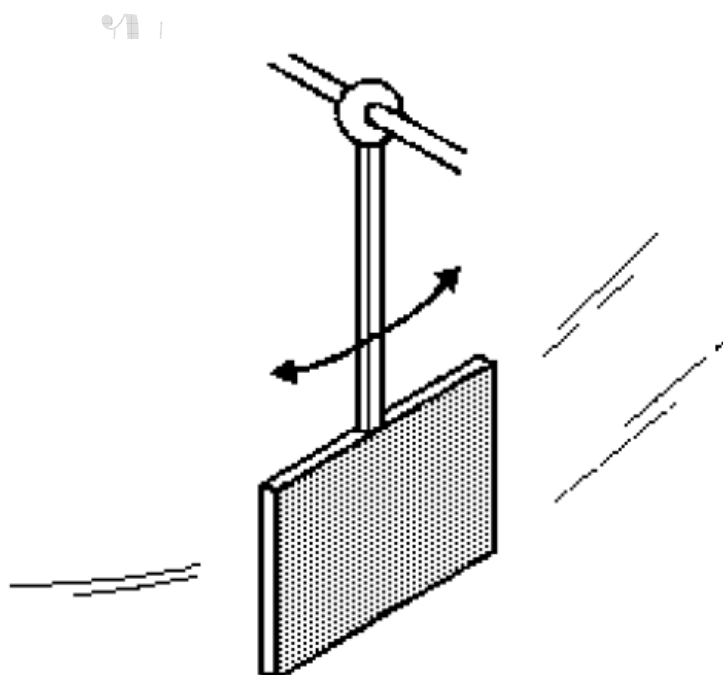
O transformador funciona **baseado na Lei de Faraday-Lenz**, gerando corrente no secundário somente se no primário ela for **alternada** – contínua não varia o fluxo magnético ϕ – e **conservando a energia se for ideal**, ou seja, **potência constante**. Não é difícil mostrar, pela relação do **campo magnético num solenóide**, que depende do **número de espiras** – “voltinhas” – e pela fórmula da **potência elétrica**, $P = Vi$, que:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{i_2}{i_1}.$$

Como o lado 1 tem menos espiras, o dois que tem mais terá maior *voltagem* e menor corrente.

OPÇÃO: D.

- 18.** (UFMG/94) Este diagrama mostra um pêndulo com uma placa de cobre presa em sua extremidade. Esse pêndulo pode oscilar livremente, mas, quando a placa de cobre é colocada entre os pólos de um ímã forte, ele pára de oscilar rapidamente.



Isso ocorre porque

- a) a placa de cobre fica ionizada.
- b) a placa de cobre fica eletricamente carregada.
- c) correntes elétricas são induzidas na placa de cobre.
- d) os átomos de cobre ficam eletricamente polarizados.

CORREÇÃO

Cobre, sendo bom condutor, permite a circulação de corrente elétrica. Ao passar perto do ímã, o fluxo magnético varia e gera-se eletricidade na placa, com circulação de corrente.

Pela Lei de Lenz, para gerar eletricidade é preciso converter algum outro tipo de energia, no caso, cinética, do movimento. A placa pára gerando eletricidade. Este experimento está no blog, veja o link:

<http://quantizado.blogspot.com/2009/09/lei-de-lenz.html> .

OPÇÃO: C.

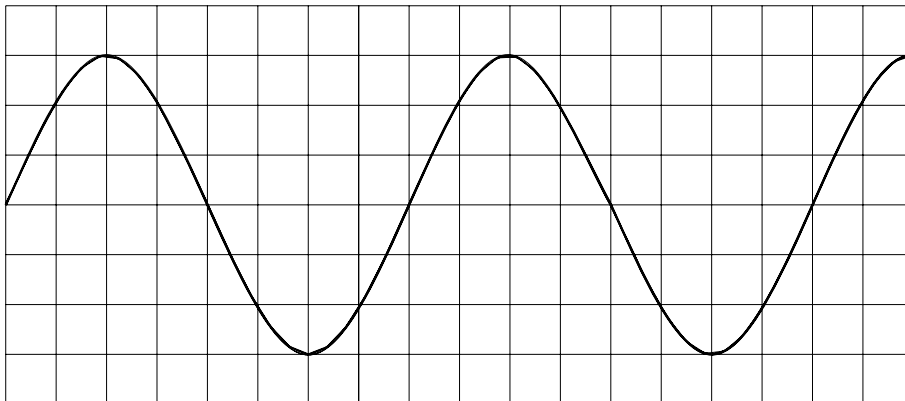
- 19.** Um gerador e um motor elétrico são aparelhos semelhantes no tocante à transformação de energia. O gerador converte energia cinética em elétrica e o motor faz literalmente o contrário: converte energia elétrica em cinética. Observe a imagem de um grande gerador. Sobre a geração de eletricidade, é correto afirmar que:

- a) a corrente elétrica gerada neste processo é contínua.
- b) a corrente elétrica gerada neste processo é alternada.
- c) a geração de eletricidade é baseada na Lei de Boyle.
- d) a geração de eletricidade é baseada nas Leis de Newton.



CORREÇÃO

Como o gerador é posto a girar e o fluxo magnético nos enrolamentos varia, de acordo com a Lei de Faraday-Lenz, senoidalmente, a corrente gerada é alternada, como mostra o gráfico abaixo.



OPÇÃO: B.

- 20.** Escreva a Lei de Faraday-Lenz.

CORREÇÃO

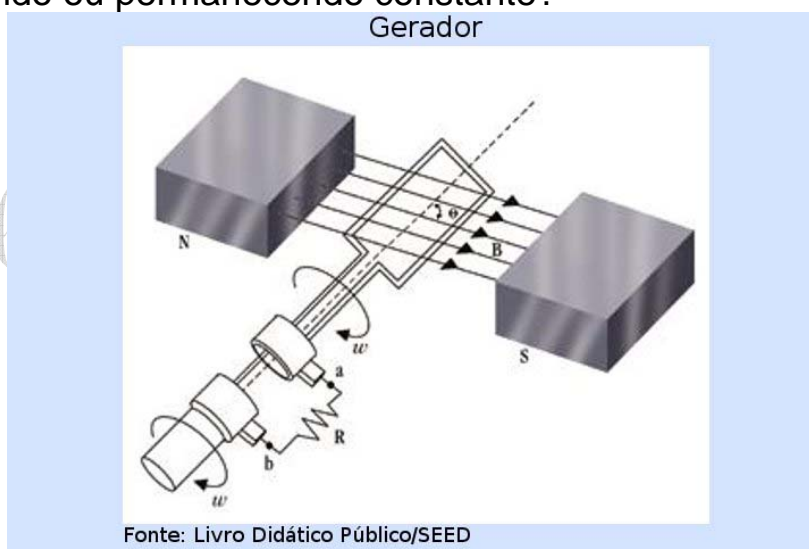
$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

- 21.** Um transformador recebe 50 V de tensão alternada no primário e entrega 1.000 V no secundário. Sabendo que o número de espiras do secundário são 3.000, calcule o número de espiras do primário.

CORREÇÃO

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{n_1}{3000} = \frac{50}{1000} \Rightarrow n_1 = 150$$

- 22.** Na ilustração abaixo, vemos um esquema que mostra um gerador, movendo-se com velocidade angular ω no sentido horário. Considere que o plano da espira se encontra em um ângulo de 30° com a direção do campo magnético \vec{B} , caminhando para ficar perpendicular à direção deste campo. Nestas condições, o fluxo magnético ϕ através da espira está aumentando, diminuindo ou permanecendo constante?



CORREÇÃO

Se, como a questão diz, a espira ficará com seu plano perpendicular ao plano, visualmente, até, o fluxo magnético ϕ – número de linhas que *furam* a espira – está aumentando.

Professor
Rodrigo
Penna