

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

CUESTIÓNS

1.- Mapa conceptual dos contidos do tema.

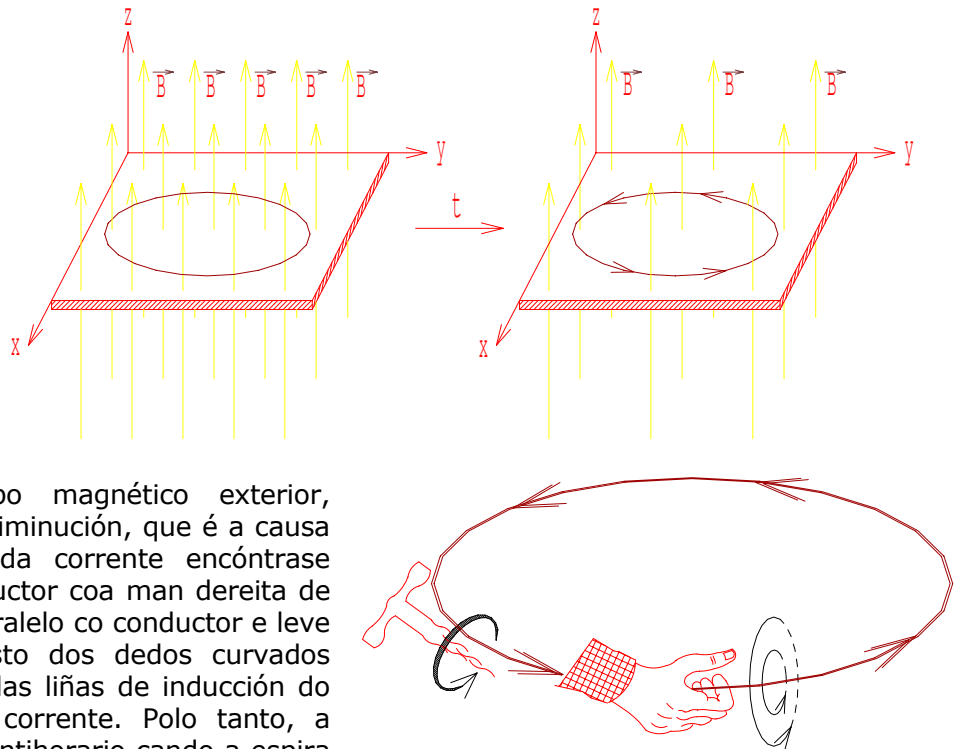
Solución:

Ver páxina 177 do texto "Física" de 2º de Bacharelato, Ed. Baía.

2.- Unha espira conductora, que repousa nun plano horizontal, e atravesada por un campo magnético vertical, dirixido cara a arriba, uniforme, pero decrecente no tempo. ¿Cal será e por que o sentido da corrente inducida na espira? (*Selectividade COU; xuño 95*).

Solución:

Como o fluxo magnético que atravesa á espira varía no tempo, debido á diminución do vector campo magnético, $\vec{B}$; na espira conductora indúcese unha corrente eléctrica, que ten un sentido que vén dado pola lei de Lenz: Como a corrente inducida aparece pola diminución do valor de $\vec{B}$, o sentido da corrente inducida é tal que o campo magnético que esta corrente crea hai de ser do mesmo sentido que o campo magnético exterior, opoñéndose desta forma á súa diminución, que é a causa que a produce. Este sentido da corrente encóntrase facilmente se se envolve o conductor coa man dereita de modo que o dedo polgar sexa paralelo co conductor e leve o sentido da corrente e o resto dos dedos curvados sinalen a dirección e o sentido das liñas de inducción do campo magnético creado pola corrente. Polo tanto, a corrente inducida ten o sentido antihorario cando a espira se observa verticalmente e co sentido de arriba a abaixo. Tamén se pode encontrar o sentido da corrente inducida coa regra do sacarrollas: Se a dirección e o sentido de avance dun sacarrollas se fai coincidir coa dirección e o sentido da corrente eléctrica inducida, o sentido de rotación do sacarrollas indícanos o sentido das liñas de inducción do campo magnético creado pola corrente.

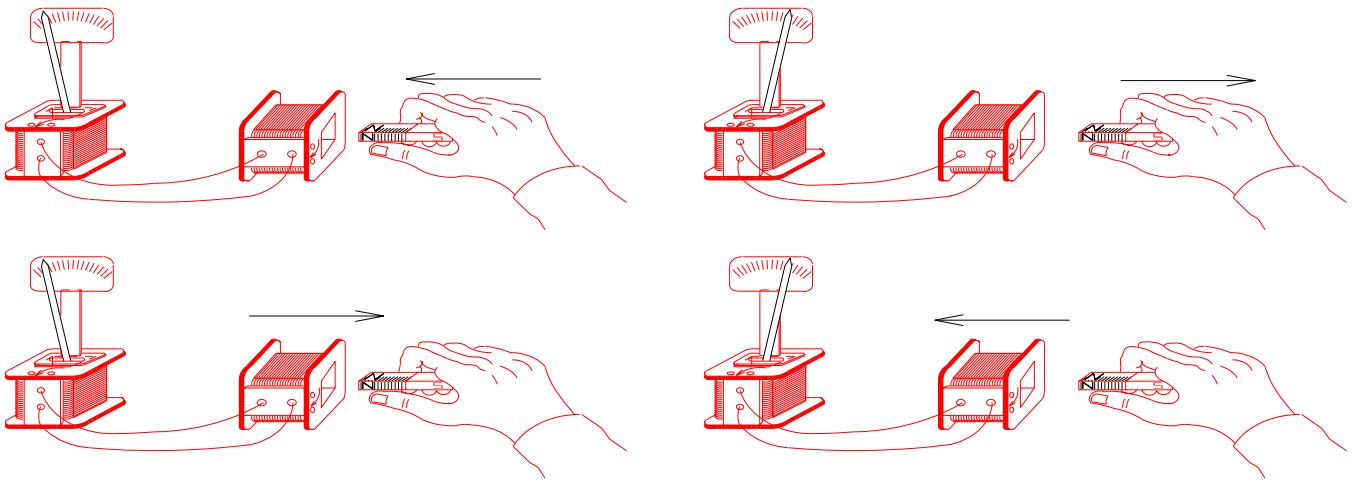


3.- ¿Cales son as condicións para que exista forza electromotriz inducida? Describe unha montaxe experimental, indicando que se verifica algunha das condicións que citaches. (*Selectividade COU; set. 92*).

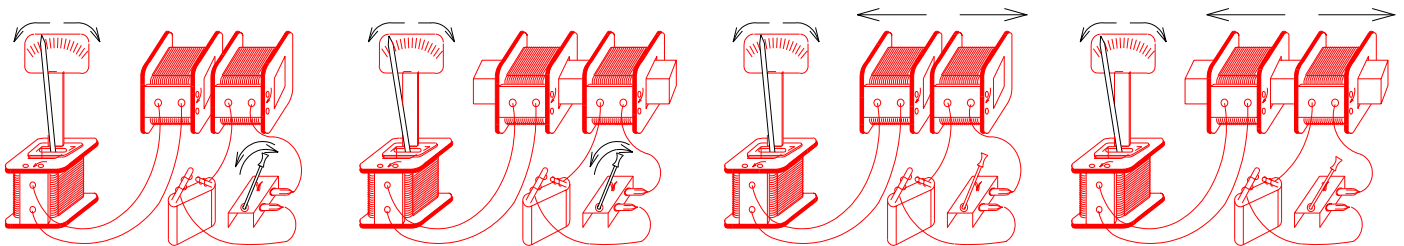
Solución:

A condición para que exista forza electromotriz inducida é que exista unha variación de fluxo magnético no tempo, sempre que esta variación de fluxo se deba á unha variación temporal do campo magnético ou a un movemento de todo ou parte do circuito dentro de $\vec{B}$ ou a ambas cousas

simultaneamente.



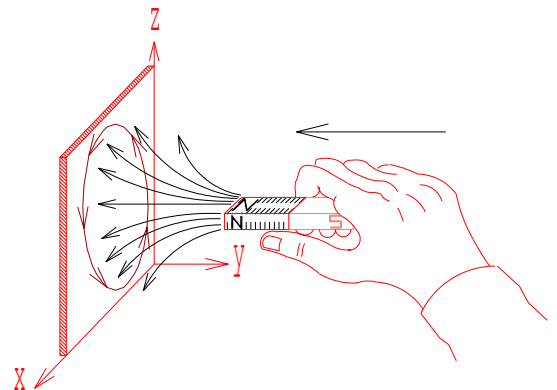
Cando se acerca/afasta un imán a unha espira (ou a un solenoide), ou unha espira a un imán, varía o campo magnético que atravesa a espira, aparecendo unha forza electromotriz inducida. Igual ocorre cando temos unha espira conectada a través dun interruptor a un xerador de corrente continua e nas súas inmediacións hai unha segunda espira. Ó abrir/pechar o interruptor varía a intensidade de corrente que percorre á espira do xerador, variando o campo magnético que crea e, en consecuencia, varía o fluxo magnético que atravesa á segunda espira, aparecendo nesta unha fem inducida. Igual ocorre se co interruptor pechado hai un movemento relativo de ambas espiras.



4.- Acércase, a unha espira situada no plano xz , o polo norte dun imán recto cunha velocidade $\vec{v} = -2\vec{j}$ (m s^{-1}). Xustifica a corrente inducida que aparece na espira. Se miramos a espira desde a parte positiva do eixe que é perpendicular ó plano que a contén, ¿que sentido (horario ou antihorario) ten a corrente inducida?

Solución:

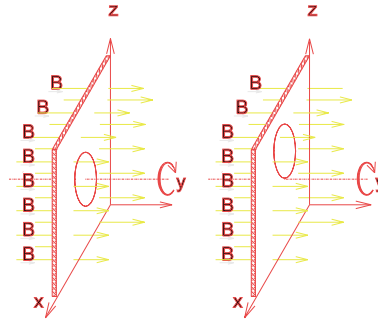
Ó acercar á espira o polo norte do imán, aumenta o campo magnético que a atravesa, aparecendo unha variación de fluxo magnético e, en consecuencia, unha corrente inducida. O seu sentido é aquel que cree un campo magnético que se opoña ó aumento do campo magnético exterior, que é a causa que a produce. Polo tanto, o campo magnético creado pola corrente inducida no interior da espira hai de ter a dirección do eixe y e o sentido positivo deste. O sentido da corrente encóntrase facilmente se se envolve o conductor coa man dereita de modo que o dedo polgar sexa paralelo co conductor e leve o sentido da corrente e o resto dos dedos curvados sinalen a dirección e o sentido das liñas de indución do campo magnético creado pola corrente. Polo tanto, a corrente inducida ten o sentido antihorario cando a espira se observa na dirección do eixe y e no seu sentido negativo.



5.- Unha espira conductora, que está no plano xz , xira no mesmo plano en que se encontra, dentro dun campo magnético uniforme e estacionario, de valor $B\vec{j}$, cunha aceleración angular α . Estudia se aparece corrente inducida na espira.

Solución:

Para que na espira conductora apareza unha corrente inducida ten que variar o fluxo magnético que a atravesa. Independentemente de cal sexa o eixe de xiro, sempre que a espira xire no mesmo plano en que se encontra, que é perpendicular ó vector campo magnético, (que é uniforme e estacionario), o fluxo magnético que a atravesa non varía e, en consecuencia, non hai corrente inducida.



6.- Unha espira metálica está dentro dun campo magnético estacionario e uniforme, $\vec{B}$, sendo a dirección de $\vec{B}$ perpendicular ó plano da espira. Estudia se se induce corrente na espira para o caso de que esta se despraze paralelamente a si mesma e no sentido do campo con: a) movemento uniforme e b) movemento variado. Repite este estudio para o caso de que o campo magnético sexa: a) estacionario e non uniforme nos distintos puntos do plano en que se encontra a espira, pero si uniforme na dirección do desprazamento da espira e b) uniforme e non estacionario.

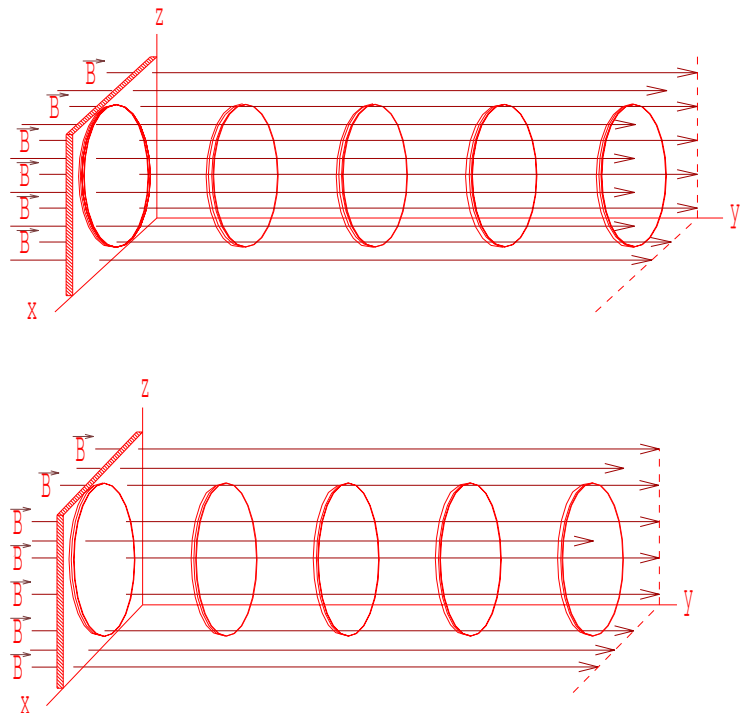
Solución:

Para que nunha espira conductora apareza corrente inducida ten que variar no tempo o fluxo magnético que a atravesa. Cando a espira se despraza paralelamente a si mesma, xa sexa con movemento uniforme ou variado, sucede que:

- O vector campo magnético $\vec{B}$ que atravesa á espira non varía.
- A sección da espira, S , é sempre a mesma.
- O ángulo formado polo vector superficie, $\vec{S}$, e o vector campo magnético, $\vec{B}$, vale sempre cero graos.

En consecuencia, cando a espira se despraza paralelamente a si mesma dentro dun campo magnético estacionario e uniforme, o fluxo magnético que a atravesa é constante e non se induce corrente eléctrica.

Se o campo magnético é constante no tempo (estacionario) e non varía ó longo da dirección en que se despraza a espira, eixe y , aínda que sexa diferente para os distintos valores de x e de z , o fluxo magnético que atravesa á espira é sempre o mesmo e nela non aparece corrente inducida.

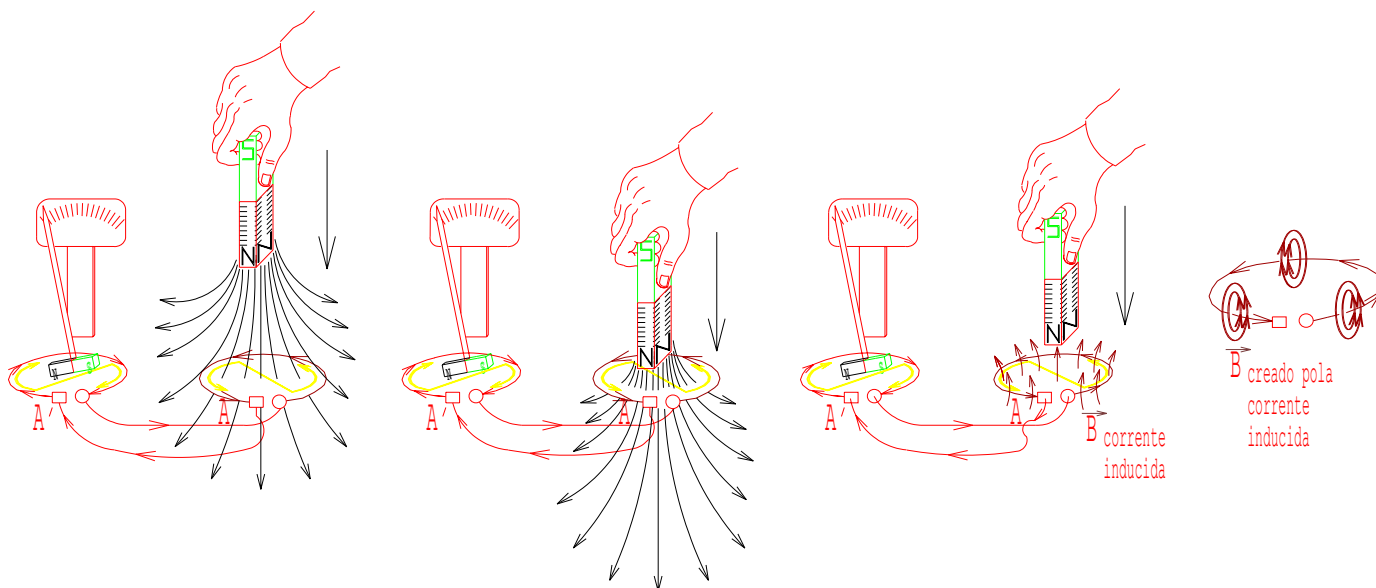
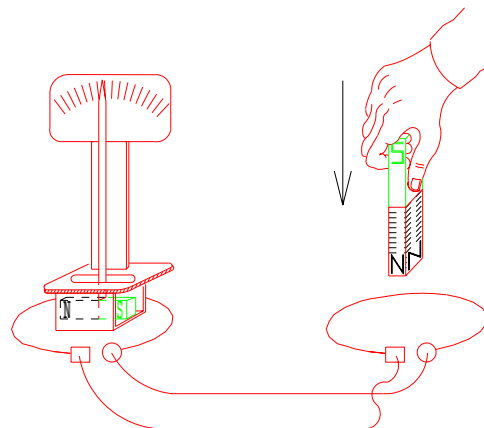


Se o campo magnético é uniforme pero varía no tempo (non estacionario), varía o fluxo magnético que atravesa á espira e nela aparece unha corrente eléctrica inducida.

7.- Estudia cara a onde xirará a agulla que está unida ó imán horizontal que aparece no interior da primeira das espiras do debuxo cando se acerca o polo norte do imán á segunda das espiras.

Solución:

Ó acercar á segunda espira o polo norte do imán, aumenta o vector campo magnético, $\vec{B}$, que a atravesa. En consecuencia, o fluxo magnético a través desta espira varía no tempo e aparece unha forza electromotriz e unha corrente inducida, que hai de ter aquel sentido de cause, por dentro da espira, un campo magnético cara a arriba, opoñéndose desta forma ó aumento do campo magnético que a atravesa debido ó acercamento do imán, que é causa que a produce (lei de Lenz). Para que o campo magnético da corrente inducida teña este sentido, a corrente hai de levar o sentido antihorario ó mirar á espira desde arriba, indo polo conductor que une ás dúas espiras de A a A'. Na primeira espira, a corrente, vista tamén desde arriba, leva o sentido horario, comportándose esta cara da espira como un polo sur, que atrae ó polo norte do imán da agulla, xirando cara á esquerda.



8.- Comenta as frases:

- a) Se o fluxo magnético que atravesa unha espira condutora é grande, a corrente eléctrica inducida na espira tamén é grande.
- b) Se o vector campo magnético que atravesa unha espira condutora é grande, a corrente eléctrica inducida na espira tamén é grande.

Solución:

- a) A forza electromotriz inducida, $\mathcal{E}$, e, en consecuencia, a corrente inducida nunha espira condutora depende da velocidade de variación do fluxo magnético, Φ , que a atravesa:

$$\varepsilon = \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido ó movemento da espira dentro de } \vec{B}} + \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido á variación de } \vec{B}}$$

Polo tanto, se o fluxo magnético non varía no tempo non hai corrente inducida, independentemente de que o fluxo teña un valor grande ou pequeno. Polo tanto, a frase non é correcta.

b) O fluxo magnético, Φ , é directamente proporcional ó vector campo magnético, $\vec{B}$, que atravesa á espira conductora de sección $\vec{S}$: $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$. Pero, como se acaba de comentar no apartado anterior, non é o valor do campo magnético a magnitude física que causa correntes inducidas, senón que estas aparecen cando hai unha variación de fluxo magnético no tempo. Polo tanto, o vector campo magnético que atravesa a espira conductora pode ser grande e non existir corrente inducida, non sendo correcto o enunciado da cuestión.

9.- A forza electromotriz (fem) inducida nun circuíto tende: a) a diminuír o fluxo magnético que atravesa ó circuíto; b) a aumentar o fluxo magnético que atravesa ó circuíto; c) a aumentar ou a diminuír o fluxo magnético que atravesa o circuíto, segundo diminúa ou aumente o fluxo magnético exterior. (Elixe a/s resposta/s que consideres correcta/s).

Solución:

A fem inducida nun circuíto, ε , causa unha corrente eléctrica inducida, que se opón á causa que a produce, e débese á variación do fluxo magnético, Φ , que atravesa o circuíto, no tempo:

$$\varepsilon = \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido movemento da espira dentro de } \vec{B}} + \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido á variación de } \vec{B}}$$

Sucede que se se produce un aumento do fluxo magnético exterior que atravesa un circuíto, a fem inducida tende a diminuír este aumento, pero se se produce unha diminución do fluxo magnético exterior, a fem inducida tende a aumentalo, como se indica no ítem c) da cuestión.

10.- Unha espira, situada perpendicularmente ó vector campo magnético $\vec{B}$ que aparece entre os polos norte e sur dun imán en ferradura, xira arredores dun eixe que pasa polo seu centro e é perpendicular a $\vec{B}$ cunha velocidade angular ω . Estudia que lle ocorrerá ó valor máximo e ó período da corrente eléctrica inducida na espira cando se duplica a súa velocidade angular de rotación, 2ω .

Solución:

O fluxo magnético, Φ , que atravesa a espira de sección S , que xira cunha velocidade angular ω , dentro do campo magnético, vén dado en función do tempo, t , pola expresión:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

A expresión matemática da fem inducida na espira obtémola recordando a lei de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d[B \cdot S \cdot \cos(\omega t)]}{dt} = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

Se a espira ten unha resistencia óhmica R , a intensidade de corrente que por ela circula ten o valor que vén dado pola lei de Ohm:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)}{R} = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{R} \cdot \sin(\omega t) = I_{\text{máximo}} \cdot \sin(\omega t)$$

Vemos que a intensidade é variable, $i(t)$, sendo máxima cando $\sin(\omega \cdot t) = 1$, resultando:
 $I_{\text{máxima}} = B \cdot S \cdot \omega / R$. Polo tanto se ω pasa a 2ω , $I_{\text{máxima}}$ pasa a $2 \cdot I_{\text{máxima}}$.

Para estudar o que lle ocorre ó período da corrente sinusoidal coa variación de ω , empezamos relacionando estas dúas magnitudes: $\omega = \frac{2\pi}{T}$. Resulta que, ó duplicar ω , o período redúcese á metade

11.- Unha bobina "a" está nas inmediacións doutra bobina "b". Cando varía a intensidade de corrente da bobina "a", a forza electromotriz inducida na bobina "b" é directamente proporcional: a) ó valor do vector campo magnético no seu interior; b) á súa resistencia óhmica; c) á velocidade de cambio do vector campo magnético no seu interior; d) á intensidade de corrente que percorre á bobina "a". (Elixe a/s resposta/s que consideres correcta/s).

Solución:

a) A forza electromotriz inducida, $\mathcal{E}$, e, en consecuencia, a corrente inducida, na espira conductora "b", vén dada pola expresión:

$$\mathcal{E} = \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido movemento da espira b dentro de } \vec{B}} + \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido variación do } \vec{B} \text{ que atravesa espira b}}$$

Se ben o fluxo magnético, Φ , que atravesa á espira "b" de sección S , é directamente proporcional ó vector campo magnético, $\vec{B}$: $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$; para que nela se induza unha fem é necesario que o fluxo magnético que a atravesa varíe no tempo. Polo tanto, por moi grande que sexa $\vec{B}$, se non hai variación de Φ , non hai fem inducida.

b) Na expresión da forza electromotriz inducida vemos que esta non ten relación algunha coa resistencia óhmica da espira na que se induce.

c) Segundo o comentado na opción a), temos que a fem inducida nunha espira conductora é directamente proporcional á variación do fluxo magnético, que á súa vez é directamente proporcional a $\vec{B}$. Polo tanto, si que a fem inducida na espira "b" é directamente proporcional á velocidade de cambio do vector campo magnético no seu interior.

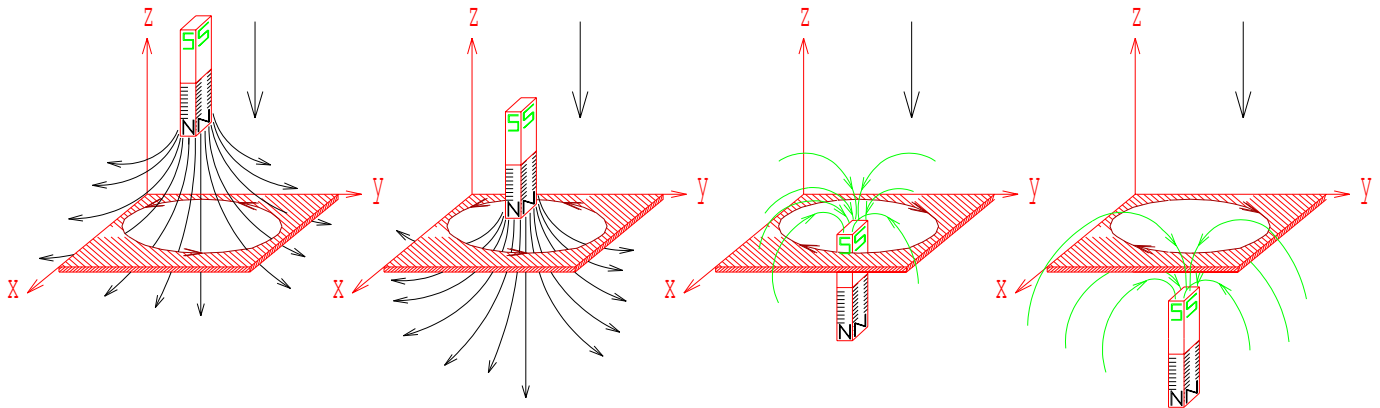
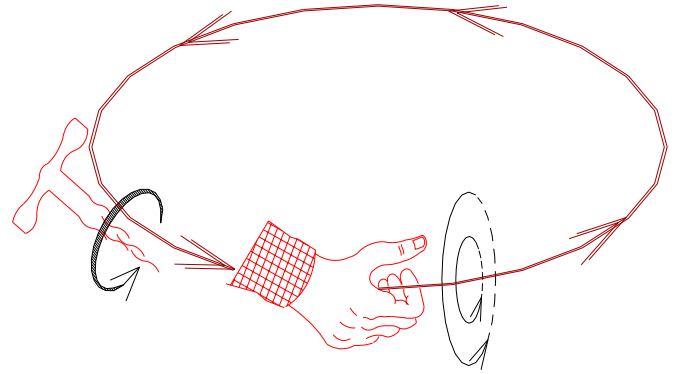
d) Sabemos que unha corrente eléctrica circular, I , crea, nun punto do eixe que pasa polo seu centro, un campo magnético, $\vec{B}$, que é directamente proporcional ó valor de I . Pero por moi grande que sexa I e, en consecuencia, $\vec{B}$, se non varía no tempo non se induce fem ningunha na espira "b".

12.- Unha espira conductora está situada nun plano horizontal e, desde unha altura h por encima da espira, déixase caer un imán recto, de modo que descende segundo o eixe vertical da espira que pasa polo seu centro. Se inicialmente o polo norte do imán é o que está cara á espira, a corrente que nela se induce é, vista no sentido de movemento do imán, de: a) sentido horario; b) sentido antihorario; c) primeiro de sentido horario e, cando o centro do imán pasa polo plano da espira, de sentido antihorario; d) primeiro de sentido antihorario e, cando o centro do imán pasa polo plano da espira, de sentido horario. (Elixe a/s resposta/s que consideres correcta/s).

Solución:

A medida que o polo norte do imán se acerca á espira, aumenta o campo magnético que a atravesa, aparecendo unha variación de fluxo magnético e, en consecuencia, unha corrente inducida. O seu sentido é aquel que cree un campo magnético que se opoña ó aumento do campo magnético exterior que aparece por acercamento do polo norte do imán, que é a causa que a produce.

Polo tanto, o campo magnético creado pola corrente inducida no interior da espira hai de ter a dirección vertical e o sentido contrario ó do acercamento do imán. Este sentido da corrente encóntrase facilmente se se envolve o conductor coa man dereita de modo que o dedo polgar sexa paralelo co conductor e leve o sentido da corrente e o resto dos dedos curvados sinalen a dirección e o sentido das liñas de inducción do campo magnético creado pola corrente. Polo tanto, a corrente inducida ten o sentido antihorario cando a espira se observa na dirección do movemento do imán e co sentido deste.



Unha vez que o centro do imán pasa polo plano da espira, o polo do imán máis próximo á espira é o polo sur. E a medida que o imán se afasta, diminúe o campo magnético que a atravesa, aparecendo unha variación de fluxo magnético e, en consecuencia, unha fem inducida. Como xa se dixo máis arriba, o seu sentido é aquel que cree un campo magnético que se opoña á diminución do campo magnético exterior, que é a causa que a produce. Polo tanto, o campo magnético creado pola corrente inducida no interior da espira hai de ter a dirección vertical, co sentido de arriba cara abaixo. Polo tanto, agora, a corrente inducida ten o sentido horario cando a espira se observa na dirección do movemento do imán e co sentido deste.

O resultado é que a resposta correcta coincide coa do ítem d).

13.- Unha espira metálica, situada no plano horizontal (x,y), está conectada a unha pila mediante un interruptor, sendo percorrida por unha corrente eléctrica I no sentido horario cando se mira no sentido negativo do eixe z. Se a espira está atravesada por un campo magnético exterior uniforme de valor $B\vec{k}$, sendo este campo maior que o que crea a corrente I , relaciona unha frase da primeira columna con outra das que aparece na segunda columna:

a) A intensidade de corrente eléctrica na espira é constante	1) O $\vec{B}$ exterior aumenta no tempo
b) A intensidade de corrente eléctrica na espira aumenta no tempo	2) O $\vec{B}$ exterior diminúe no tempo
c) A intensidade de corrente eléctrica na espira diminúe no tempo	3) O fluxo magnético total que atravesa a espira aumenta
d) No momento de abrir o interruptor	4) A intensidade de corrente eléctrica na espira aumenta
e) Unha vez aberto o interruptor	5) A intensidade de corrente eléctrica na espira é nula
f) Unha vez aberto o interruptor	6) O $\vec{B}$ exterior é estacionario
g) No memento de abrir o interruptor	7) O fluxo magnético total que atravesa a espira diminúe

Solución:

a)-6): Se a intensidade de corrente eléctrica na espira é constante, o $\vec{B}$ exterior é estacionario.

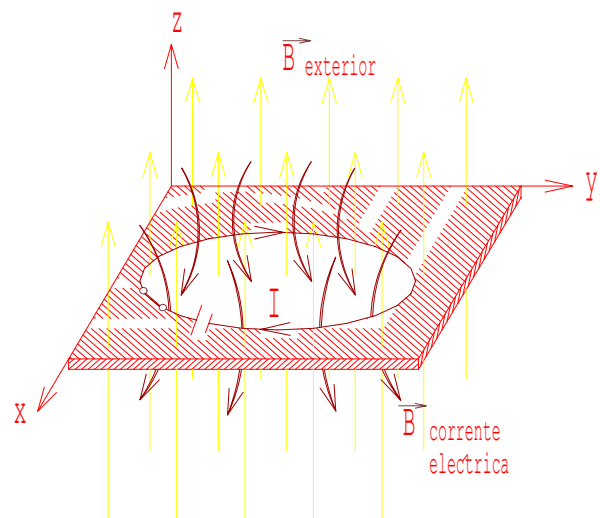
Se a espira de superficie $\vec{S}$ está en repouso e o campo magnético exterior, $\vec{B}_{\text{exterior}}$, que a atravesa é estacionario e uniforme, na espira non se induce corrente eléctrica e a intensidade de corrente que a percorre é constante (soamente posúe a que é producida pola diferenca de potencial da pila, ΔV , de acordo coa lei de Ohm: $I = \frac{\Delta V}{R}$, sendo R a resistencia da espira).

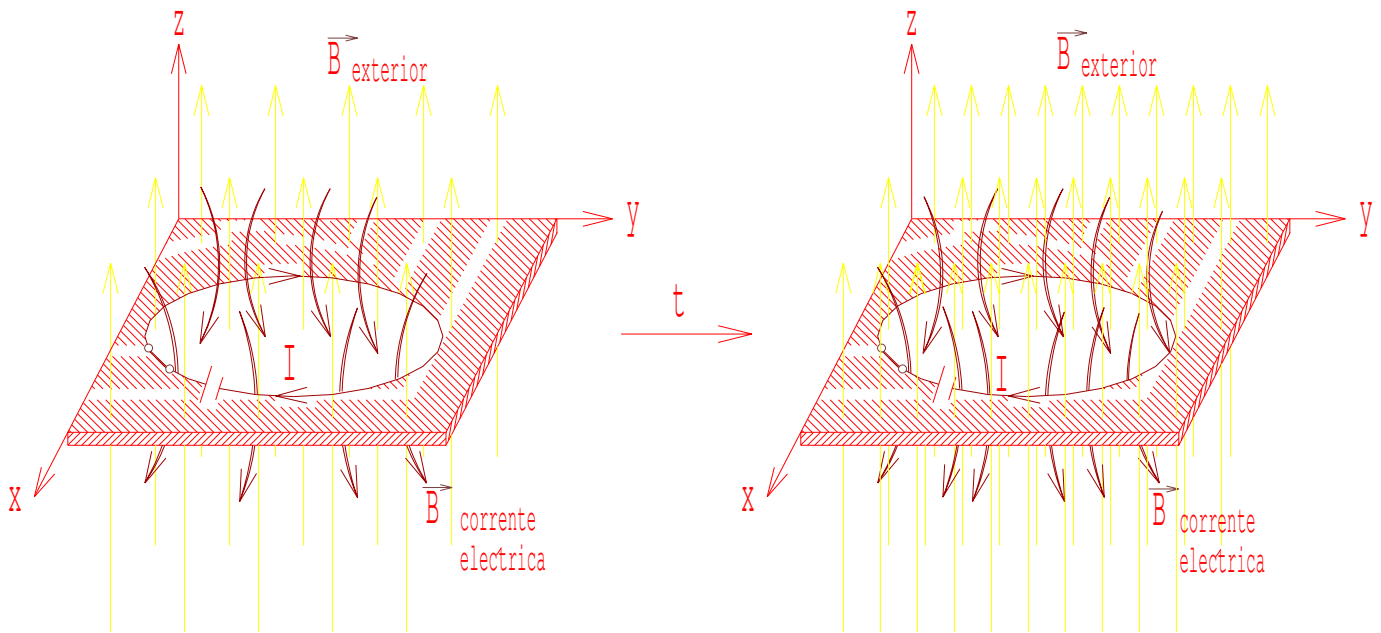
Se o $\vec{B}$ exterior variase no tempo, habería unha variación do fluxo magnético, e esta causaría unha forza electromotriz inducida, aparecendo unha corrente inducida no sentido de crear un campo magnético que se opoña á variación do $\vec{B}$ exterior, que é a causa que a produce.

b)-1) Se a intensidade de corrente eléctrica na espira aumenta no tempo é porque o $\vec{B}$ exterior tamén aumenta.

A pila xera na espira, segundo a lei de Ohm, unha corrente eléctrica, que é constante. Se na espira hai unha variación de intensidade de corrente é porque nela se induce unha corrente, que é producida por unha variación do $\vec{B}$ exterior, segundo a lei de Faraday-Lenz.

Como a intensidade de corrente na espira aumenta no tempo, a corrente que se induce ten o mesmo sentido que a que xera a pila, aumentando por dentro da espira o campo magnético creado pola corrente. E o aumento deste $\vec{B}$ aparece para opoñerse ó aumento do $\vec{B}$ exterior.



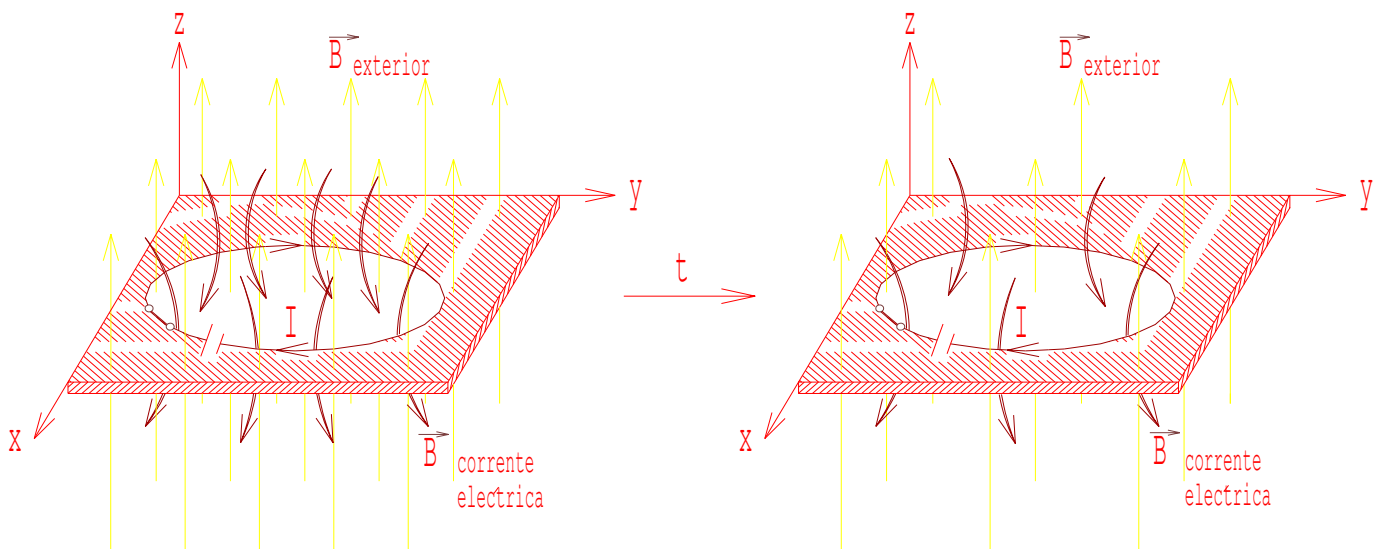


c)-2) Se a intensidade de corrente eléctrica na espira diminúe no tempo é porque o $\vec{B}$ exterior tamén diminúe.

Se a intensidade de corrente na espira diminúe no tempo, a corrente que se induce ten o sentido contrario á que xera a pila. En consecuencia, o vector campo magnético da corrente total, $\vec{B}_{\text{corrente total}}$, diminúe e, por dentro da espira, ten o sentido cara abaixo. Polo tanto, a causa que produce a corrente inducida é unha diminución do exterior xa que esta diminución crea unha corrente inducida no sentido antihorario que:

- Por un lado, se opón á corrente producida pola pila, diminuindo a intensidade total.

- E, por outro, crea un $\vec{B}_{\text{inducido}}$, que por dentro da espira ten o sentido positivo do eixe z, reforzando o $\vec{B}$ exterior, opoñéndose desta forma á causa que a produce.

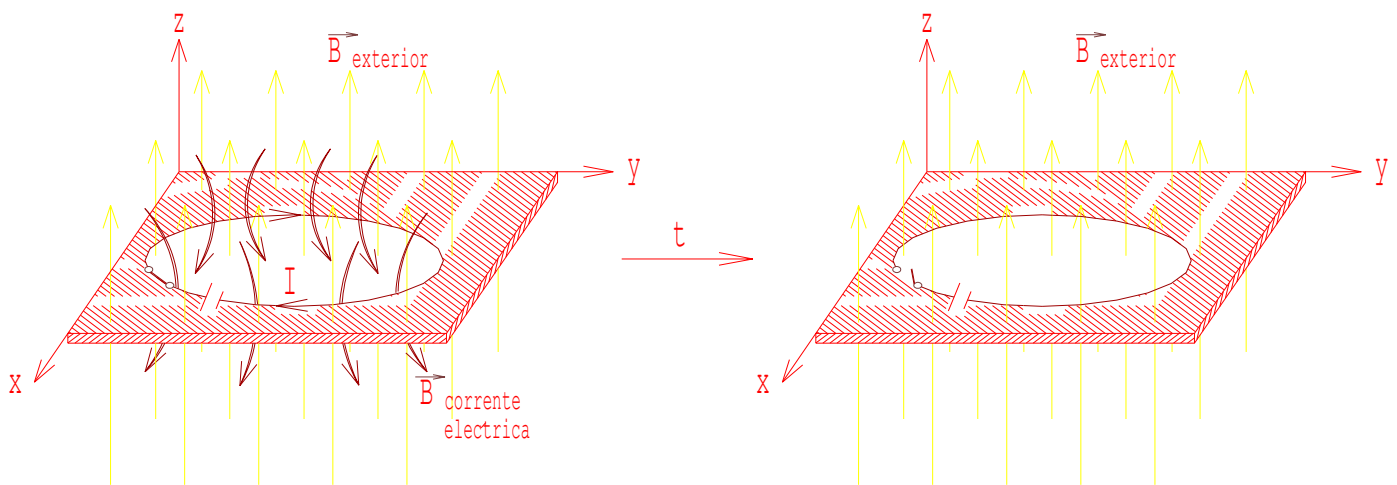


4)-d) No momento de abrir o interruptor, a intensidade de corrente eléctrica na espira aumenta.

Ó abrir o interruptor, a intensidade de corrente producida pola pila vai pasar desde un valor I ata un valor cero. Esta variación do valor da corrente causa unha variación do vector campo magnético que crea, pasando desde un valor $\vec{B}_I$ ata un valor cero. E esta $\Delta \vec{B}$ induce unha corrente eléctrica que se opón á diminución de $\vec{B}_I$, polo que a corrente inducida hai de ter o mesmo sentido que a corrente da pila, aumentando o seu valor.

5)-3) Unha vez aberto o interruptor o fluxo magnético total que atravesa a espira aumenta.

O fluxo magnético total que atravesa a espira é o que corresponde ó exterior máis ó da corrente eléctrica, $\vec{B}_{\text{total}} = \vec{B}_{\text{exterior}} + \vec{B}_{\text{corrente eléctrica}}$, que por dentro da espira teñen sentido contrario: $B_{\text{total}} = B_{\text{exterior}} - B_{\text{corrente eléctrica}}$. Unha vez aberto o interruptor, o $\vec{B}_{\text{corrente eléctrica}}$ desaparece, resultando: $B'_{\text{total}} = B_{\text{exterior}} > B_{\text{total}}$ (inicial).



6)-5) Unha vez aberto o interruptor, a intensidade de corrente eléctrica na espira é nula.

Unha vez aberto o interruptor, o circuíto está aberto e:

- Por un lado, a resistencia do circuíto é infinita e non pasa corrente ningunha.

- Por outra parte, aínda que o circuíto estivese pechado, non hai variación de fluxo magnético e non se induce corrente eléctrica ningunha.

7)-g) No memento de abrir o interruptor, o fluxo magnético total que atravesa a espira diminúe.

Como xa se comentou máis arriba, no momento de abrir o interruptor, a intensidade de corrente eléctrica na espira aumenta. Como esta corrente ten o sentido horario, o vector campo magnético que crea, por dentro da espira, ten o sentido de cara abaixo, sendo de sentido contrario ó $\vec{B}_{\text{exterior}}$. Polo tanto, o $\vec{B}_{\text{total}}$, suma do $\vec{B}_{\text{exterior}}$ e do $\vec{B}_{\text{corrente eléctrica}}$ total, diminúe e, en consecuencia, o fluxo, Φ , tamén diminúe ($\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$).

EXERCICIOS DE SELECTIVIDADE

CUESTIÓNS

Razoa as respostas ás seguintes cuestións:

1.- Se se acerca bruscamente o polo norte dun imán ó plano dunha espira sen corrente, nesta prodúcese: a) fem inducida en sentido horario; b) fem inducida en sentido antihorario; c) ningunha fem porque a espira inicialmente non ten corrente. (Xuño 02).

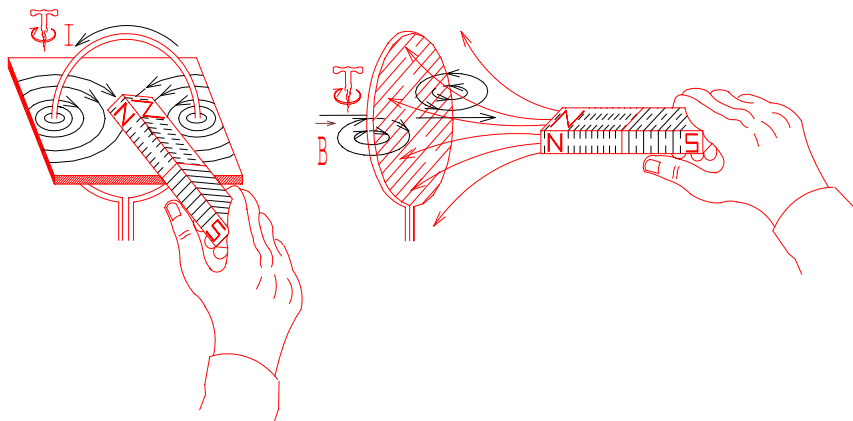
Solución:

Para que nunha espira conductora se induza unha fem e apareza unha corrente eléctrica inducida é necesario que varíe no tempo o fluxo magnético que a atravesa e que esta variación sexa provocada: ou por un movemento da espira dentro do campo magnético, $\vec{B}$, ou por unha variación temporal do campo magnético, ou por ambas cousas simultaneamente:

$$\varepsilon = \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido movemento da espira dentro de } \vec{B}} + \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido variación de } \vec{B}}$$

No caso que se presenta na cuestión, ó acercar o polo norte dun imán á espira conductora, aumenta o vector campo magnético que á atravesa e, en consecuencia, indúcese unha fem.

O sentido da corrente inducida hai de ser tal que se opoña á causa que a produce (lei de Lenz). Neste caso, hai de ter aquel sentido que cree un campo magnético que contrarreste o aumento do campo magnético que atravesa á espira por acercamento do polo norte do imán. Este sentido da corrente encóntrase facilmente coa regra do sacarrollas: se a dirección e o sentido de avance dun sacarrollas se fai coincidir coa dirección e o sentido da corrente eléctrica, o sentido de rotación do sacarrollas indícanos o sentido das



liñas de inducción do campo magnético creado pola corrente. A igual resultado chegamos coa regra da man dereita: se se envolve o conductor coa man dereita de modo que o dedo polgar sexa paralelo co conductor e leve o sentido da corrente e o resto dos dedos curvados sinalen a dirección e o sentido das liñas de inducción do campo magnético creado pola corrente. En consecuencia, o sentido que lle corresponde á corrente inducida é o antihorario.

2.- ¿De que depende a f.e.m. inducida nun circuíto?: a) de que varíe nunha magnitude grande ou pequena o fluxo magnético que o atravesa; b) da variación de fluxo magnético "rapidez con que cambia" a través do mesmo; c) do valor do fluxo magnético que o atravesa suposto constante. (Xuño 98).

Solución:

Para que nun circuíto se induza unha fem, ε , e apareza unha corrente eléctrica inducida é necesario que varíe no tempo o fluxo magnético que o atravesa e que esta variación sexa provocada: ou por un movemento da espira dentro do campo magnético, $\vec{B}$, ou por unha variación temporal do campo magnético, ou por ambas cousas simultaneamente:

$$\mathcal{E} = \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido a movemento da espira dentro de } \vec{B}} + \left(- \frac{\partial \Phi}{\partial t} \right)_{\text{debido a variación de } \vec{B}}$$

Polo tanto, a fem inducida nun circuío depende da velocidade de variación de fluxo magnético a través do mesmo (ítem b).

O feito de que varíe nunha magnitude grande ou pequena o fluxo magnético que atravesa un circuío, se non se fai referencia á cantidade de tempo na que ten lugar a variación de fluxo, non se sabe se é ou non considerable a fem inducida. Así, aínda que a variación de fluxo sexa grande, se o tempo no que ten lugar esta variación é moi grande, a fem inducida pode considerarse desprezable.