



DIVISION DE CIENCIAS BASICAS  
DEPARTAMENTO DE FISICA Y GEOCIENCIAS  
EXAMEN FINAL DE FISICA ELECTRICIDAD - 23.05.16

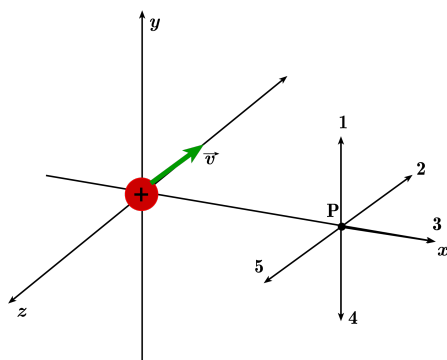
NOMBRE: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Este examen consta de de tres componentes: Componente conceptual de 15 preguntas y dos componentes de ejercicios. La valoración se indica en cada sección. En los items del componente conceptual, seleccione la respuesta adecuada y colóquela en la caja de respuestas al final de la sección conceptual siempre que sea posible; use esquemas gráficos para justificar la respuesta seleccionada. Un tachón o borrón invalida la respuesta. En los items de componente de ejercicios escriba la respuesta sobre la línea. Cada ejercicio se debe resolver con un procedimiento claro y adecuado que incluya análisis gráfico, análisis físico, desarrollo algebraico y análisis dimensional, todo con la mejor caligrafía posible. Sea claro en sus respuestas, justificando todo. La duración de este examen es de **2 horas máximo**. **Se prohíbe el uso de celulares, smartwatch, tablets, computadores. Solo calculadoras sencillas. OJO CON EL FRAUDE!!! NO SE RESPONDEN PREGUNTAS DURANTE EL EXAMEN!**

**COMPONENTE CONCEPTUAL (Valoración 3.0/5.0)**

1. (Valoración 0.2) Un cuerpo cargado positivamente se está moviendo en la dirección  $z$  negativa como se muestra en la figura. La dirección del campo magnético debido al movimiento de este cuerpo cargado en el punto P es

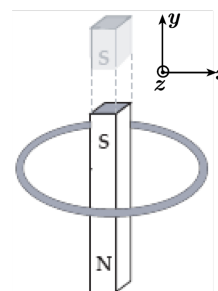


- (a) 1  
(b) 2  
(c) 3  
(d) 4  
(e) 5
2. (Valoración 0.2) La magnitud del campo magnético debido a la presencia de un cuerpo cargado
- (a) varía directamente con la velocidad del cuerpo.  
(b) varía directamente con la carga portada por el cuerpo.  
(c) varía inversamente con el cuadrado de la distancia entre el cuerpo cargado y el punto de campo.  
(d) depende de las propiedades magnéticas del espacio entre el cuerpo cargado y el punto de campo.

(e) es descrito por todos estos.

3. (Valoración 0.2) En la práctica de laboratorio “Campo magnético de un solenoide” se obtuvo una gráfica que muestra el comportamiento del campo al interior del solenoide y en sus extremos. Dibuje una gráfica cualitativa (pero exacta) de la variación del campo magnético a lo largo del eje del solenoide.

4. (Valoración 0.2) Un imán de barra se deja caer desde arriba y cae a través de una espira de alambre como se muestra en la figura. ¿Cuál afirmación es correcta?



- (a) El campo inducido en el centro de curvatura de la espira apunta en dirección  $+x$
- (b) El campo inducido en el centro de curvatura de la espira apunta en dirección  $-x$
- (c) La corriente inducida en la espira fluye primero en sentido horario y luego en sentido antihorario.
- (d) La corriente inducida en la espira fluye primero en sentido antihorario y luego en sentido horario.
- (e) No hay corriente inducida en la espira debido a que ambos extremos del imán están en movimiento a través de la espira.

5. (**Valoración 0.2**) Supongamos que se duplicó el campo magnético en una región determinada y se cuadruplica el área por la que fluye este campo magnético. Ahora, el flujo magnético a través de esta nueva área sería

- (a) Igual al flujo magnético a través de la anterior área
- (b) aumenta por un factor de seis.
- (c) Se duplica
- (d) aumenta por un factor de ocho.
- (e) Se cuadruplica

6. (**Valoración 0.2**) Cuando un interruptor se cierra para completar un circuito RL en serie con fuente,

- (a) el campo eléctrico en los cables aumenta a un valor máximo.
- (b) el campo magnético fuera de los cables aumenta a un valor máximo.
- (c) la tasa de cambio de los campos eléctrico y magnético es mayor en el instante cuando el interruptor está cerrado.
- (d) sólo (a) y (c) es verdadera.
- (e) todas las anteriores son ciertas

7. (**Valoración 0.2**) Considere un campo magnético  $B(z)$  en el eje de una espira circular uniforme.  $B(z)$  alcanzará su valor máximo cuando

- (a)  $z = 0$
- (b)  $0 < |z| < \infty$

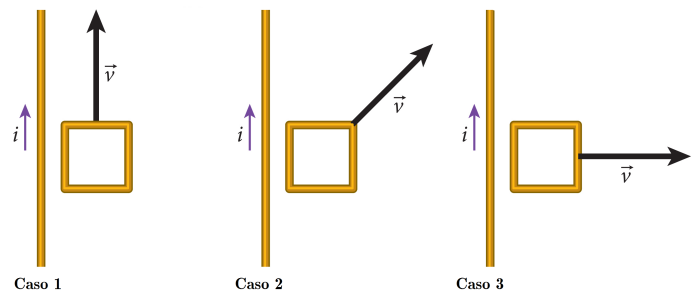
- (c)  $|z| = \infty$
- (d) a y c son correctos
- (e) Ninguna de las anteriores

8. (**Valoración 0.2**) En la práctica de laboratorio “Inducción electromagnética” se dejó caer el imán desde dos diferentes alturas obteniéndose un pico mayor que otro. La diferencia de altura en los picos se debe a\_\_\_\_\_

9. (**Valoración 0.2**) ¿Cuál de las siguientes son las unidades de Henry y Faradio, respectivamente

- (a)  $J s^2 / C^2$  y  $C^2 / J$
- (b)  $V s / A$  y  $V / C$
- (c)  $V / (A s)$  y  $C / V$
- (d)  $N m / A^2$  y  $C / J$
- (e) Ninguna de las anteriores

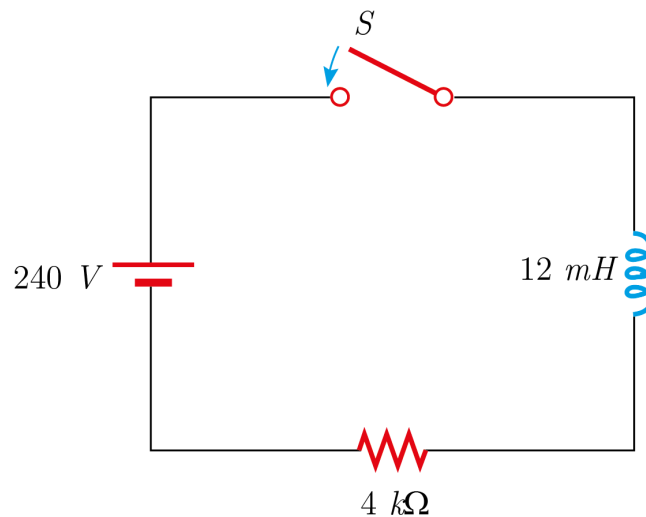
10. (**Valoración 0.2**) Un alambre largo conduce una corriente  $i$ , como muestra la figura. Una espira cuadrada se mueve en el mismo plano que el alambre, según se indica. ¿En qué casos la espira tiene una corriente inducida?



- (a) Casos 1 y 2
- (b) Casos 1 y 3
- (c) Casos 2 y 3
- (d) En ningún caso hay corriente inducida
- (e) En todos los casos hay corriente inducida

11. (**Valoración 0.2**) Dos solenoides con espiras muy apretadas tienen la misma longitud y área de sección transversal. Pero el solenoide 1 usa alambre que tiene 2.5 veces el grosor del solenoide 2. la razón de sus autoinductancias ( $L_2/L_1$ ) es:\_\_\_\_\_

12. (**Valoración 0.2**) El hecho físico que un flujo eléctrico variable en el tiempo también produzca un campo magnético dependiente del tiempo es explicado mediante una de las ecuaciones de Maxwell. Diga cuál ecuación de Maxwell es:
- Ley de Faraday
  - Ley de Gauss para el campo magnético
  - Ley de Gauss para el campo eléctrico
  - Ley Biot-Savrt
  - Ley de Ampère-Maxwell
13. (**Valoración 0.2**) Una fem inducida se produce en
- un circuito de alambre cuando permanece en reposo en un campo magnético estático no uniforme.
  - un circuito de alambre cuando permanece en reposo en un campo magnético estático uniforme.
  - un circuito de alambre que se mueve a velocidad constante en un campo magnético estático no uniforme.
  - todo lo anterior.
  - solamente (b) y (c).
14. (**Valoración 0.2**) El interruptor de la figura se cierra en  $t = 0$  cuando la corriente  $I$  es cero. Cuando  $I = 15$  mA, la diferencia de potencial en el inductor es:

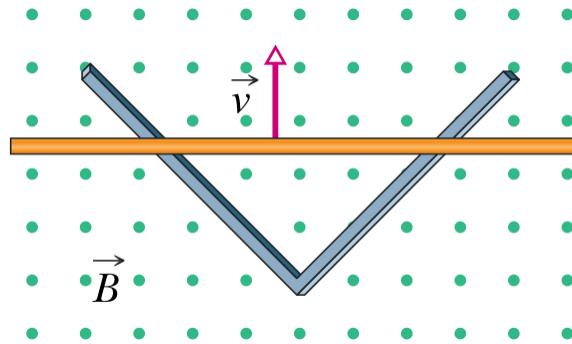


- 240 V
  - 60 V
  - 0 V
  - 180 V
  - 190 V
15. (**Valoración 0.2**) Un solenoide tiene una inductancia de 53 mH y una resistencia de  $0.37 \Omega$ . Si lo conectamos a una batería. El tiempo que le toma a la corriente en alcanzar la mitad de su valor final en el estado estacionario es:
- 0.10 s
  - 0.01 s
  - 0.02 s
  - 0.03 s
  - ninguna de las anteriores

COLOQUE SUS RESPUESTAS AQUÍ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

COMPONENTE DE EJERCICIO 1 (Valoración 1.0/5.0)

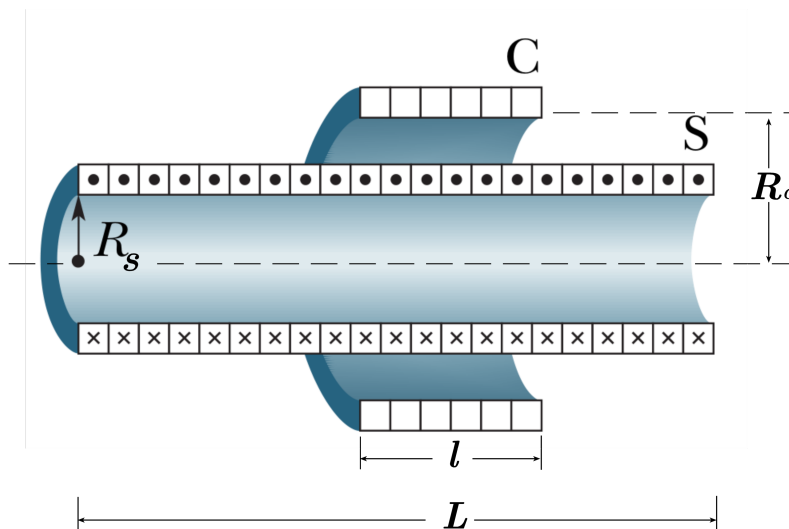


Dos rieles conductores rectos forman un ángulo recto en donde se unen sus extremos. Una barra conductora en contacto con los rieles y formando un triángulo isósceles arranca en el vértice en el momento  $t = 0$  y se mueve con velocidad constante de 5.20 m/s a lo largo de ellos, como se muestra en la figura. La resistencia eléctrica del sistema es  $R = 2\Omega$ . Un campo magnético  $B = 0.350$  T está dirigido hacia afuera de la página.

- (a) (Valoración 0.25) El flujo a través del triángulo formado por los rieles y la barra en  $t = 3$  s es:\_\_\_\_\_.
- (b) (Valoración 0.25) La fem alrededor del triángulo en ese mismo tiempo es:\_\_\_\_\_.
- (c) (Valoración 0.25) La corriente inducida tiene un valor de \_\_\_\_\_, el sentido en el que fluye la corriente inducida (horario o antihorario) es:\_\_\_\_\_ y la dirección del campo magnético inducido (saliendo entrando del plano de la hoja) es:\_\_\_\_\_.
- (d) (Valoración 0.25) Si la fem se puede escribir en la forma  $\varepsilon = at^n$ , donde  $a$  y  $n$  son constante, entonces el valor de  $n$  es:\_\_\_\_\_.

COMPONENTE DE EJERCICIO 2 (Valoración 1.0/5.0)

En la figura, una bobina C de 120 vueltas con un radio de 1.8 cm, longitud de 30 cm y con una resistencia de  $5.3\Omega$  se coloca fuera de un solenoide S largo de 1m de longitud, que tiene 220 vueltas/cm y un radio de 1.6 cm. En un instante posterior la corriente en el solenoide S cambia a razón de 2 A/s.



- (a) (**Valoración 0.25**) La autoinductancia del solenoide  $S$  es: \_\_\_\_\_
- (b) (**Valoración 0.25**) La inductancia mutua  $M$  para la combinación bobina-solenoide es: \_\_\_\_\_
- (c) (**Valoración 0.25**) La fem inducida en la bobina  $C$  es: \_\_\_\_\_
- (d) (**Valoración 0.25**) La corriente inducida en la bobina  $C$  es: \_\_\_\_\_

### RESUMEN DE EXPRESIONES MATEMÁTICAS ÚTILES

$$\begin{array}{llllll} \Phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} & \oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0 & R = \frac{mv}{qB} & \mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B} & \tau = \mathbf{r} \times \mathbf{B} \\ \mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\mathbf{v} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2} & d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\mathbf{l} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2} & B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} & \frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I I'}{2\pi r} & B_x = \frac{\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}} \\ \oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I_{\text{enc}} & B = \mu_0 n I & B = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{r}{R^2} & B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r} & \mathcal{E} = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \\ \mathcal{E} = vBL & \mathcal{E} = \oint (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l} & \mathcal{E} = -L \frac{di}{dt} & L = \frac{N\Phi_B}{i} & M = \frac{N_2\Phi_{B_2}}{i_1} = \frac{N_1\Phi_{B_1}}{i_2} \\ u = \frac{B^2}{2\mu_0} & \tau = \frac{L}{R} & U = -\boldsymbol{\mu} \cdot \mathbf{B} & B_x = \frac{\mu_0 N I}{2a} & i_D = \epsilon \frac{d\Phi_E}{dt} \\ U = \frac{1}{2} L I^2 & \omega = \frac{qB}{m} & \mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B} & i = \frac{\mathcal{E}}{R} [1 - e^{-(R/L)t}] & i = I_{\text{max}} e^{-(R/L)t} \\ T = \frac{2\pi}{\omega} & V = IR & P = I^2 R & & \end{array}$$

### ALGUNAS CONSTANTES ÚTILES

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m} \quad m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg} \quad e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \quad \mu_0 = 4 \times 10^{-7} \text{ T m/A}$$



DIVISION DE CIENCIAS BASICAS  
DEPARTAMENTO DE FISICA Y GEOCIENCIAS  
EXAMEN FINAL DE FISICA ELECTRICIDAD - 23.05.16

NOMBRE: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

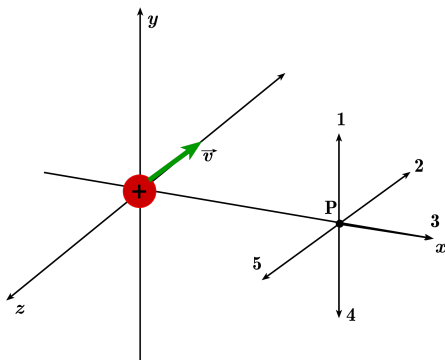
**INSTRUCCIONES:** Este examen consta de de tres componentes: Componente conceptual de 15 preguntas y dos componentes de ejercicios. La valoración se indica en cada sección. En los items del componente conceptual, seleccione la respuesta adecuada y coloquela en la caja de respuestas al final de la sección conceptual siempre que sea posible; use esquemas gráficos para justificar la respuesta seleccionada. Un tachón o borrón invalida la respuesta. En los items de componente de ejercicios escriba la respuesta sobre la línea. Cada ejercicio se debe resolver con un procedimiento claro y adecuado que incluya análisis gráfico, análisis físico, desarrollo algebraico y análisis dimensional, todo con la mejor caligrafía posible. Sea claro en sus respuestas, justificando todo. La duración de este examen es de **2 horas máximo**. **Se prohíbe el uso de celulares, smartwatch, tablets, computadores. Solo calculadoras sencillas. OJO CON EL FRAUDE!!! NO SE RESPONDEN PREGUNTAS DURANTE EL EXAMEN!**

**COMPONENTE CONCEPTUAL (Valoración 3.0/5.0)**

1. (Valoración 0.2) Un solenoide tiene una inductancia de 53 mH y una resistencia de  $0.37 \Omega$ . Si lo conectamos a una batería. El tiempo que le toma a la corriente en alcanzar la mitad de su valor final en el estado estacionario es:

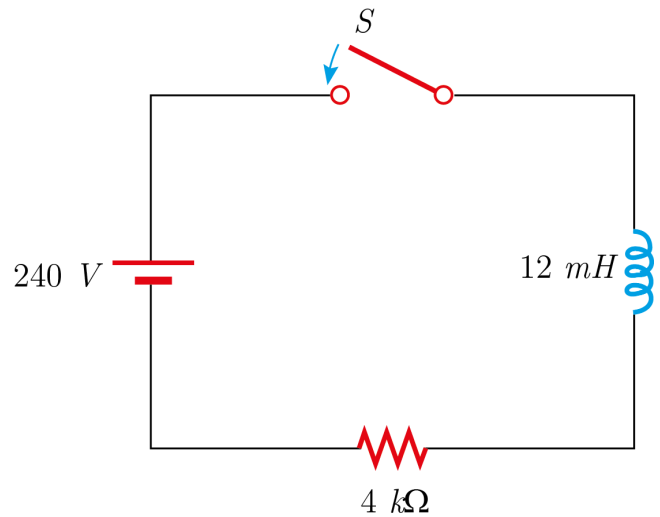
- (a) 0.10 s
- (b) 0.01 s
- (c) 0.02 s
- (d) 0.03 s
- (e) ninguna de las anteriores

2. (Valoración 0.2) Un cuerpo cargado positivamente se está moviendo en la dirección  $z$  negativa como se muestra en la figura. La dirección del campo magnético debido al movimiento de este cuerpo cargado en el punto P es



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

3. (Valoración 0.2) El interruptor de la figura se cierra en  $t = 0$  cuando la corriente  $I$  es cero. Cuando  $I = 15 \text{ mA}$ , la diferencia de potencial en el inductor es:



- (a) 240 V
- (b) 60 V
- (c) 0 V
- (d) 180 V
- (e) 190 V

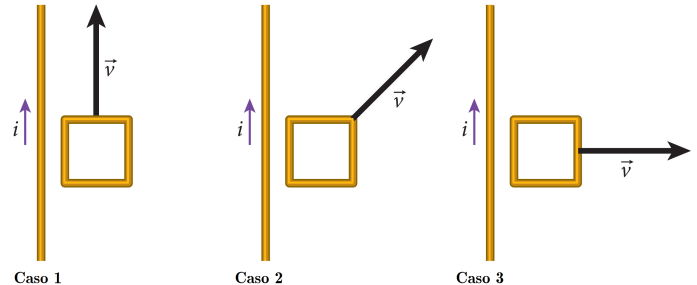
4. (Valoración 0.2) Una fem inducida se produce en

- (a) un circuito de alambre cuando permanece en reposo en un campo magnético estático no uniforme.
- (b) un circuito de alambre cuando permanece en reposo en un campo magnético estático uniforme.
- (c) un circuito de alambre que se mueve a velocidad constante en un campo magnético estático no uniforme.

- (d) todo lo anterior.  
 (e) solamente (b) y (c).
5. (**Valoración 0.2**) La magnitud del campo magnético debido a la presencia de un cuerpo cargado
- (a) varía directamente con la velocidad del cuerpo.  
 (b) varía directamente con la carga portada por el cuerpo.  
 (c) varía inversamente con el cuadrado de la distancia entre el cuerpo cargado y el punto de campo.  
 (d) depende de las propiedades magnéticas del espacio entre el cuerpo cargado y el punto de campo.  
 (e) es descrito por todos estos.
6. (**Valoración 0.2**) Cuando un interruptor se cierra para completar un circuito RL en serie con fuente,
- (a) el campo eléctrico en los cables aumenta a un valor máximo.  
 (b) el campo magnético fuera de los cables aumenta a un valor máximo.  
 (c) la tasa de cambio de los campos eléctrico y magnético es mayor en el instante cuando el interruptor está cerrado.  
 (d) sólo (a) y (c) es verdadera.  
 (e) todas las anteriores son ciertas
7. (**Valoración 0.2**) Considere un campo magnético  $B(z)$  en el eje de una espira circular uniforme.  $B(z)$  alcanzará su valor máximo cuando
- (a)  $z = 0$   
 (b)  $0 < |z| < \infty$   
 (c)  $|z| = \infty$   
 (d) a y c son correctos  
 (e) Ninguna de las anteriores
8. (**Valoración 0.2**) En la práctica de laboratorio “Inducción electromagnética” se dejó caer el imán desde dos diferentes alturas obteniéndose un pico mayor que otro. La diferencia de altura en los picos se debe a \_\_\_\_\_
9. (**Valoración 0.2**) ¿Cuál de las siguientes son las unidades de Henry y Faradio, respectivamente
- (a)  $\text{Js}^2/\text{C}^2$  y  $\text{C}^2/\text{J}$   
 (b)  $\text{Vs} / \text{A}$  y  $\text{V}/\text{C}$   
 (c)  $\text{V}/(\text{As})$  y  $\text{C}/\text{V}$   
 (d)  $\text{Nm}/\text{A}^2$  y  $\text{C}/\text{J}$

(e) Ninguna de las anteriores

10. (**Valoración 0.2**) Un alambre largo conduce una corriente  $i$ , como muestra la figura. Una espira cuadrada se mueve en el mismo plano que el alambre, según se indica. ¿En qué casos la espira tiene una corriente inducida?



- (a) Casos 1 y 2  
 (b) Casos 1 y 3  
 (c) Casos 2 y 3  
 (d) En ningún caso hay corriente inducida  
 (e) En todos los casos hay corriente inducida
11. (**Valoración 0.2**) Dos solenoides con espiras muy apretadas tienen la misma longitud y área de sección transversal. Pero el solenoide 1 usa alambre que tiene 2.5 veces el grosor del solenoide 2. la razón de sus autoinductancias ( $L_2/L_1$ ) es: \_\_\_\_\_
12. (**Valoración 0.2**) En la práctica de laboratorio “Campo magnético de un solenoide” se obtuvo una gráfica que muestra el comportamiento del campo al interior del solenoide y en sus extremos. Dibuje una gráfica cualitativa (pero exacta) de la variación del campo magnético a lo largo del eje del solenoide.
13. (**Valoración 0.2**) El hecho físico que un flujo eléctrico variable en el tiempo también produzca un

campo magnético dependiente del tiempo es explicado mediante una de las ecuaciones de Maxwell. Diga cuál ecuación de Maxwell es:

- (a) Ley de Faraday
- (b) Ley de Gauss para el campo magnético
- (c) Ley de Gauss para el campo eléctrico
- (d) Ley Biot-Savrt
- (e) Ley de Ampère-Maxwell

14. (**Valoración 0.2**) La magnitud del campo magnético debido a la presencia de un cuerpo cargado

- (a) varía directamente con la velocidad del cuerpo.
- (b) varía directamente con la carga portada por el cuerpo.
- (c) varía inversamente con el cuadrado de la distancia entre el cuerpo cargado y el punto de campo.

- (d) depende de las propiedades magnéticas del espacio entre el cuerpo cargado y el punto de campo.
- (e) es descrito por todos estos.

15. (**Valoración 0.2**) Cuando un interruptor se cierra para completar un circuito RL en serie,

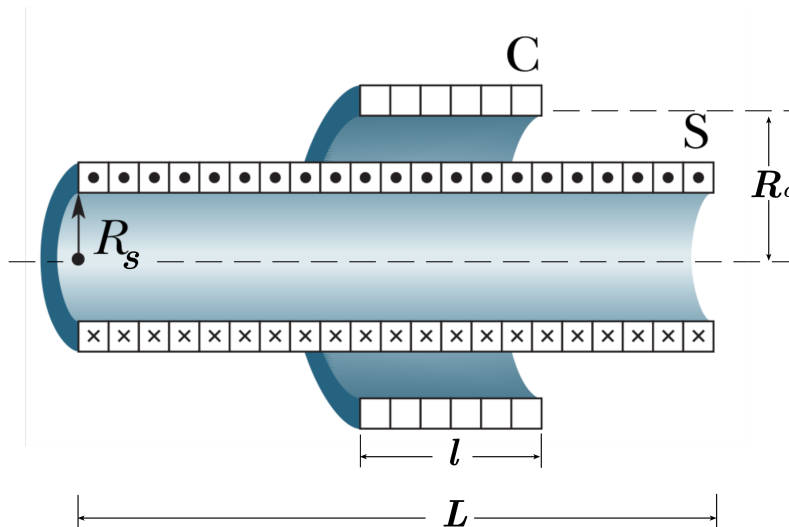
- (a) el campo eléctrico en los cables aumenta a un valor máximo.
- (b) el campo magnético fuera de los cables aumenta a un valor máximo.
- (c) la tasa de cambio de los campos eléctrico y magnético es mayor en el instante cuando el interruptor está cerrado.
- (d) sólo (a) y (c) es verdadera.
- (e) todas las anteriores son ciertas

**COLOQUE SUS RESPUESTAS AQUÍ**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

**COMPONENTE DE EJERCICIO 1 (Valoración 1.0/5.0)**

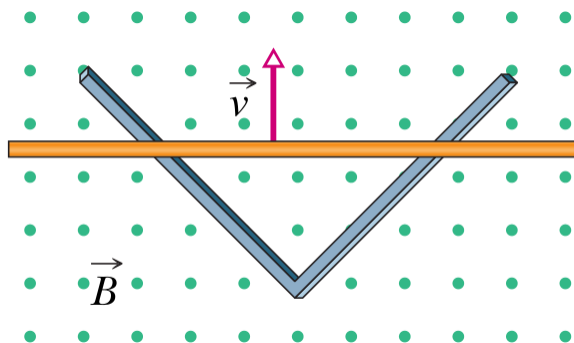
En la figura, una bobina **C** de 120 vueltas con un radio de 1.8 cm, longitud de 30 cm y con una resistencia de 5.3  $\Omega$  se coloca fuera de un solenoide **S** largo de 1m de longitud, que tiene 220 vueltas/cm y un radio de 1.6 cm. En un instante posterior la corriente en el solenoide **S** cambia a razón de 2 A/s.



- (a) (**Valoración 0.25**) La autoinductancia del solenoide *S* es: \_\_\_\_\_
- (b) (**Valoración 0.25**) La inductancia mutua *M* para la combinación bobina-solenoide es: \_\_\_\_\_
- (c) (**Valoración 0.25**) La fem inducida en la bobnina *C* es: \_\_\_\_\_
- (d) (**Valoración 0.25**) La corriente inducida en la bobina *C* es: \_\_\_\_\_



COMPONENTE DE EJERCICIO 2 (Valoración 1.0/5.0)



Dos rieles conductores rectos forman un ángulo recto en donde se unen sus extremos. Una barra conductora en contacto con los rieles y formando un triángulo isósceles arranca en el vértice en el momento  $t = 0$  y se mueve con velocidad constante de 5.20 m/s a lo largo de ellos, como se muestra en la figura. La resistencia eléctrica del sistema es  $R = 2\Omega$ . Un campo magnético  $B = 0.350$  T está dirigido hacia afuera de la página.

- (a) (Valoración 0.25) El flujo a través del triángulo formado por los rieles y la barra en  $t = 3$  s es:\_\_\_\_\_.
- (b) (Valoración 0.25) La fem alrededor del triángulo en ese mismo tiempo es:\_\_\_\_\_.
- (c) (Valoración 0.25) La corriente inducida tiene un valor de \_\_\_\_\_, el sentido en el que fluye la corriente inducida (horario o antihorario) es:\_\_\_\_\_ y la dirección del campo magnético inducido (saliendo entrando del plano de la hoja) es:\_\_\_\_\_.
- (d) (Valoración 0.25) Si la fem se puede escribir en la forma  $\varepsilon = at^n$ , donde  $a$  y  $n$  son constante, entonces el valor de  $n$  es:\_\_\_\_\_.

RESUMEN DE EXPRESIONES MATEMÁTICAS ÚTILES

$\Phi_B = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$	$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$	$R = \frac{mv}{qB}$	$\mathbf{F} = I\mathbf{l} \times \mathbf{B}$	$\boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{\mu} \times \mathbf{B}$
$\mathbf{B} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{q\mathbf{v} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2}$	$d\mathbf{B} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{I d\mathbf{l} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2}$	$B = \frac{\mu_o I}{2\pi r}$	$\frac{F}{l} = \frac{\mu_o I I'}{2\pi r}$	$B_x = \frac{\mu_o I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}}$
$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_o I_{enc}$	$B = \mu_o n I$	$B = \frac{\mu_o I}{2\pi} \frac{r}{R^2}$	$B = \frac{\mu_o N I}{2\pi r}$	$\mathcal{E} = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$
$\mathcal{E} = vBL$	$\mathcal{E} = \oint (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l}$	$\mathcal{E} = -L \frac{di}{dt}$	$L = \frac{N\Phi_B}{i}$	$M = \frac{N_2\Phi_{B2}}{i_1} = \frac{N_1\Phi_{B1}}{i_2}$
$u = \frac{B^2}{2\mu_o}$	$\tau = \frac{L}{R}$	$U = -\boldsymbol{\mu} \cdot \mathbf{B}$	$B_x = \frac{\mu_o N I}{2a}$	$i_D = \epsilon \frac{d\Phi_E}{dt}$
$U = \frac{1}{2} LI^2$	$\omega = \frac{qB}{m}$	$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$	$i = \frac{\mathcal{E}}{R} [1 - e^{-(R/L)t}]$	$i = I_{max} e^{-(R/L)t}$
$T = \frac{2\pi}{\omega}$	$V = IR$	$P = I^2 R$		

ALGUNAS CONSTANTES ÚTILES

$\epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}$  F/m       $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$  kg       $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C       $\mu_o = 4 \times 10^{-7}$  T m/A