(Se incluye el enunciado original tomado de las oposiciones, aunque en el año 2015 no dejaron sacar el enunciado a los opositores, de hecho cada enunciado va en una hoja y obligan a comenzar la resolución en la propia hoja del enunciado y entregarla)

EJERCICIO PRÁCTICO ESPECIALIDAD: **FÍSICA Y QUÍMICA**

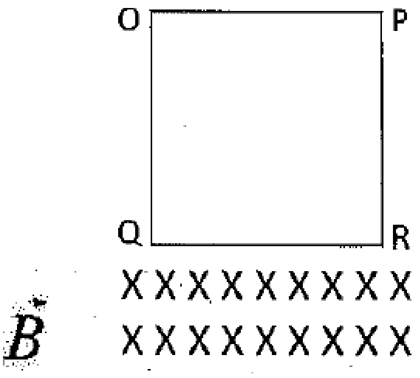
El aspirante comenzará a realizar el ejercicio práctico en el mismo folio del enunciado

CRITERIOS DE CORRECCIÓN

En los problemas se valorará la adecuada estructuración y el rigor en el desarrollo de su resolución y la inclusión de pasos detallados así como la realización de diagramas, dibujos y esquemas. Se tendrá especial rigor en la identificación de los principios y leyes físicas involucradas, la corrección de los resultados numéricos, el uso correcto de unidades, así como con los errores en la formulación, nomenclatura y lenguaje químico.

PROBLEMA 1.

Un hilo conductor OPQR de forma cuadrada, lado L y sección transversal S, está situado en un plano vertical de forma que su lado inferior QR, esté situado horizontalmente justo en el borde de una región donde existe una inducción magnética uniforme B. Ver dibujo. Se deja caer el conductor cuadrado, sin velocidad inicial, siendo la caída una traslación vertical. Despreciando los efectos de la autoinducción. Determinar hasta el instante en el que el lado OP penetra también en el campo magnético, en función del tiempo:



a) La ecuación de la velocidad.

b) La ecuación del movimiento.

c) La ecuación de la intensidad que recorre el cuadrado.

Cuando el hilo conductor cuadrado esté totalmente inmerso en la zona donde existe inducción magnética:

d) ¿Qué características tendrá el movimiento?

<u>Datos:</u> lado, L = 2 cm, sección, S = 1,5 mm^2, inducción magnética, B = 2 T, resistividad del conductor $\rho = 1{,}5 \cdot 10^{-6}\ \Omega \cdot m$, densidad del hilo, $d = 8{,}7\ g \cdot cm^{-3}$ y gravedad, $g = 9{,}8\ m \cdot s^{-2}$

<u>(Puntuación máxima por apartado: a) 5 puntos, b) 2 puntos, c) 2 puntos y d) 1 punto)</u>

Observación: Sustituir los valores numéricos en la última etapa de cada uno de los apartados.

Al entrar la espira en la región con campo magnético empieza a aumentar el flujo, se induce una corriente que se opone a esa variación.
Si se toma eje x en el sentido de avance de la espira y eje y en el sentido de izquierda a derecha, el campo B de la figura va hacia z negativas, y la corriente inducida va en el sentido contrario a las agujas del reloj, en sentido de y positivas en el segmento QR.
Esa corriente inducida en el seno de un campo magnético implica que hay una fuerza magnética:
-En los segmentos verticales la fuerza está dirigida hacia el interior de la espira, pero si se asume la espira rígida esas fuerzas no tienen ningún efecto.
-En el segmento horizontal inferior la fuerza está dirigida hacia arriba, y como B y corriente con perpendiculares, la expresión $\vec{F}=I(\vec{l}\,x\,\vec{B})$ se convierte en que F =I L B

Aplicando la segunda ley de Newton
mg – ILB= ma
La masa la obtenemos a partir de la densidad, teniendo en cuenta que la espira está formada por 4 segmentos de longitud L y sección S, m=4·d·V=4·d·S·L
La intensidad la obtenemos con la ley de Ohm, I=ε/R, para lo que tenemos que calcular antes fuerza electromotriz y resistencia
La fuerza electromotriz la obtenemos por la ley de Faraday, a partir del flujo

$$\Phi=\int \vec{B}\cdot d\vec{S}=B\cdot Superficie_{dentro\,campo}=B\cdot L\cdot x$$

$$|\varepsilon|=\frac{d\Phi}{dt}=BL\frac{dx}{dt}=BLv$$

La resistencia la obtenemos a partir de la resistividad, teniendo en cuenta que la corriente recorre todo el circuito que forman los 4 segmentos de longitud L y sección S de la espira. R=4ρL/S
Sustituyendo en la expresión obtenida aplicando la segunda ley de Newton:

$$4\cdot d\cdot S\cdot L\cdot g-\frac{B\cdot L\cdot v}{4\cdot\rho\cdot\frac{L}{S}}LB=4\cdot d\cdot S\cdot L\cdot a\Rightarrow 4\cdot d\cdot g-\frac{B^2v}{4\rho}=4\cdot d\cdot a$$

$$g-\frac{B^2v}{16\rho d}=\frac{dv}{dt}$$

$$dt=\frac{dv}{1-\frac{B^2v}{16\rho d}}$$

Integramos

$$\int_0^t dt=\int_{v_0=0}^{v}\frac{dv}{g-\frac{B^2v}{16\rho d}}\Rightarrow t=\frac{-16\rho d}{B^2}\ln\left(\frac{g-\frac{B^2v}{16\rho d}}{g}\right)$$

$$\ln\left(1-\frac{B^2v}{16\rho d g}\right)=\frac{-B^2}{16\rho d}t\Rightarrow 1-\frac{B^2v}{16\rho d g}=e^{\frac{-B^2}{16\rho d}t}$$

$$v=\frac{16\rho d g}{B^2}\left(1-e^{\frac{-B^2}{16\rho d}t}\right)$$

Podemos validar físicamente:
t=0 implica v=0, acorde a enunciado
t=∞ implica v=cte, velocidad terminal, la variación de flujo si la espira fuera indefinidamente grande pero con esa resistencia cada vez sería menor

b) Para calcular la posición, integramos la velocidad

$$\frac{dx}{dt}=\frac{16\rho d g}{B^2}\left(1-e^{\frac{-B^2}{16\rho d}t}\right)\Rightarrow dx=\left(\frac{16\rho d g}{B^2}\left(1-e^{\frac{-B^2}{16\rho d}t}\right)\right)dt\Rightarrow\int_0^x dx=\int_0^t\left(\frac{16\rho d g}{B^2}\left(1-e^{\frac{-B^2}{16\rho d}t}\right)\right)dt$$

$$x=\frac{16\rho d g}{B^2}\left[t-\left(\frac{-16\rho d}{B^2}e^{\frac{-B^2}{16\rho d}t}\right)\right]_0^t$$

$$x=\frac{16\rho d g}{B^2}\left(t+\frac{16\rho d}{B^2}e^{\frac{-B^2}{16\rho d}t}-\frac{16\rho d}{B^2}\right)$$

Podemos validar físicamente:

t=0 implica x=0, acorde a enunciado

c) La expresión de la intensidad está relacionada con la velocidad, ya que se había planteado en apartado a I=ε/R, ε=BLv, luego

$$I=\frac{BLv}{R}=\frac{\cancel{BL}}{4\cancel{\rho L}/S}\cdot\frac{16\cancel{\rho}\,d\,g}{B^{\cancel{2}}}\left(1-e^{\frac{-B^2}{16\rho d}t}\right)=\frac{S\,4\,d\,g}{B}\left(1-e^{\frac{-B^2}{16\rho d}t}\right)$$

d) Una vez que la espira esté totalmente inmersa en el campo magnético el flujo que la atraviesa será constante, por lo que no habrá corriente inducida ni fuerza magnética sobre ella, siendo la única fuerza la de la gravedad, y describirá un MRUA.

Por último sustituimos los valores, lo hacemos aquí para todos los apartados, realizando el cambio de unidades necesario al Sistema Internacional: densidad de g/cm^3 a kg/m^3 y sección de mm^2 a m^2.

S= 1,5 mm^2 = $1{,}5\cdot10^{-6}$ m^2

d = 8,7 g/cm^{-3} = $8{,}7\cdot10^3$ kg/m^3

Con los valores sustituidos en cada apartado, y utilizando dos cifras significativas como los datos aportados:

a) $$v=\frac{16\cdot1{,}5\cdot10^{-6}\cdot8{,}7\cdot10^{3}\cdot9{,}8}{2^2}\left(1-e^{\frac{-2^2}{16\cdot1{,}5\cdot10^{-6}\cdot8{,}7\cdot10^3}t}\right)=5{,}1\cdot10^{-1}\cdot\left(1-e^{-19t}\right)[m/s]$$

b)

$$x=\frac{16\cdot1{,}5\cdot10^{-6}\cdot8{,}7\cdot10^{3}\cdot9{,}8}{2^2}\left(t+\frac{16\cdot1{,}5\cdot10^{-6}\cdot8{,}7\cdot10^{3}}{2^2}e^{\frac{-2^2}{16\cdot1{,}5\cdot10^{-6}\cdot8{,}7\cdot10^3}t}-\frac{16\cdot1{,}5\cdot10^{-6}\cdot8{,}7\cdot10^{3}}{2^2}\right)$$

$$x=5{,}1\cdot10^{-1}\cdot\left(t-5{,}2\cdot10^{-2}e^{-19t}-5{,}2\cdot10^{-2}\right)[m]$$

c) $$I=\frac{1{,}5\cdot10^{-6}\cdot4\cdot8{,}7\cdot10^{3}\cdot9{,}8}{2}\left(1-e^{\frac{-2^2}{16\cdot1{,}5\cdot10^{-6}\cdot8{,}7\cdot10^3}t}\right)=2{,}6\cdot10^{-1}\cdot\left(1-e^{-19t}\right)[A]$$