



De entre las cuestiones 1, 2, 3 y 4 que a continuación se proponen, el aspirante elegirá libremente y contestará a 3 de ellas.

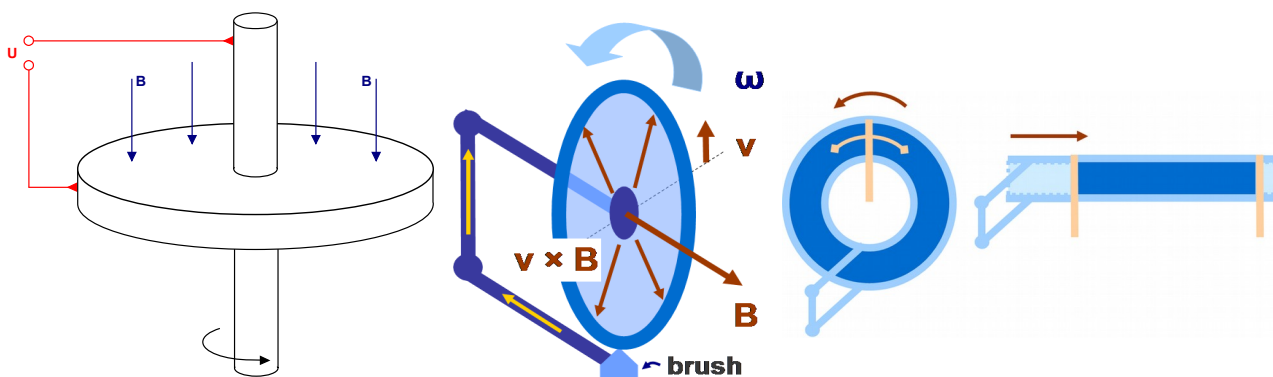
CUESTIONES DE FÍSICA

2.- Un aro metálico de radio interior $R_1 = 20$ cm y radio exterior $R_2 = 40$ cm gira uniformemente alrededor de su eje con velocidad angular de 50 rpm. En la dirección de su eje existe un campo magnético uniforme $B = 40$ T.

Dos escobillas se apoyan, respectivamente, sobre la superficie interior y exterior del aro y sirven para extraer a un circuito la corriente inducida en el aro metálico. Determinar:

- El valor de la f.e.m. inducida, en función del tiempo.
- Los valores máximo y eficaz de dicha f.e.m.

El aro metálico descrito es lo que se conoce como disco de Faraday o generador homopolar.



Disco de Faraday, Matma Rex, cc-by-sa wikimedia Disco de Faraday, y asociación disco-tira, Brews ohare, cc-by-sa, wikimedia

Se incluyen varias imágenes, es un dispositivo que se puede comprar como material de laboratorio. También enlaza con la paradoja de Faraday (ver problema 4 de oposición Madrid 2014)

Existe una fuerza magnética sobre las cargas móviles del disco, los electrones, que genera una diferencia de potencial asociada a esa fuerza electromotriz.

Podemos hacer una analogía a una barra (que sería un sector de disco radial), y usar la expresión general asociada la diferencia de potencial en los extremos de un conductor que se mueve en un campo magnético $\epsilon = \int_L (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$

Como el producto vectorial los vectores velocidad y campo siempre son perpendiculares, y como $v = \omega r$, podemos expresar $\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow |\vec{v} \times \vec{B}| = v \cdot B = \omega \cdot r \cdot B$, por lo que considerando solamente el módulo y si integramos desde el radio interior R_1 hasta el radio exterior R_2 , tomando $dl = dr$:

$$|\epsilon| = \int_{R_1}^{R_2} B \cdot \omega \cdot r \cdot dr = \omega \cdot B \left[\frac{r^2}{2} \right]_{R_1}^{R_2} = \frac{\omega \cdot B}{2} (R_2^2 - R_1^2)$$

$$\omega = \frac{50 \text{ rev}}{1 \text{ min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} = 5 \frac{\pi}{3} \text{ rad/s}$$

Sustituyendo numéricamente

$$|\epsilon| = \frac{5 \pi \cdot 40}{3 \cdot 2} (0,4^2 - 0,2^2) = 4 \pi \text{ V}$$

b) La pregunta no tiene sentido, ya que se produce corriente continua, la tensión es constante, y los valores máximo y eficaz son el mismo.

Disgresiones adicionales:

-Aunque no se pide explícitamente el signo de la fem y damos valor absoluto, podemos razonarlo, aunque depende del sentido del vector campo respecto al del vector velocidad angular, cosa que el este enunciado no hace como sí ocurre por ejemplo en problema Madrid 2014: si tienen el mismo sentido el sentido del producto vectorial $\vec{v} \times \vec{B}$ tendrá sentido hacia fuera (si tienen distinto sentido será hacia dentro). Un electrón de la varilla, usando la expresión de la fuerza de Lorentz

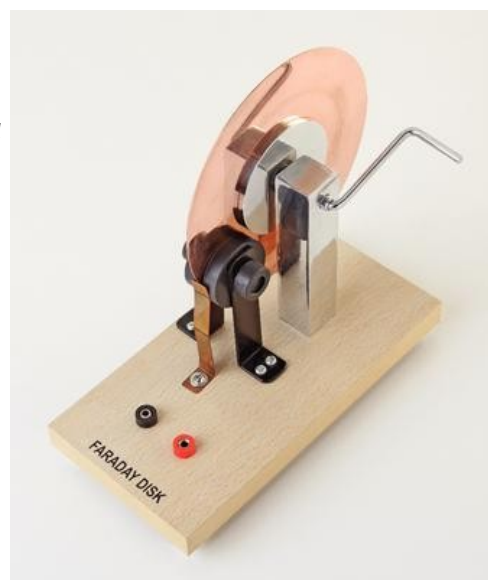


$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$ y teniendo en cuenta que su carga es negativa, experimentará una fuerza dirigida en sentido opuesto. Si el sentido del vector campo respecto al del vector velocidad angular coinciden, el electrón irá hacia el centro del disco, por lo que, viendo el disco como generador, los electrones saldrán desde la escobilla interior y regresarán por la exterior, la corriente eléctrica tendrá sentido opuesto, y la tensión mayor estará en la parte exterior y la menor en la interior.

-¿En qué varía tener un disco frente a tener una única varilla dando vueltas respecto a Madrid 2014, o en qué variaría si fueran dos varillas, o si fuera una rueda con múltiples varillas individuales? La fuerza electromotriz sería la misma, solamente que habría mayor intensidad, ya que cada varilla o sección radial del disco tiene más electrones sobre los que actúa la fuerza magnética y supone un generador de mayor intensidad.

-Siendo un disco ¿importa el tamaño de las escobillas? ¿da lo mismo que sea una escobilla que toque un punto del disco a que sean unas escobillas que ocupen todo el borde del disco? Sí que es indistinto, los puntos del disco a la misma distancia del eje de rotación están al mismo potencial, la escobilla estaría en contacto con puntos al mismo potencial.

Quizá en sentido práctico sirva para recoger mejor más corriente, aunque por ejemplo en el disco de demostración de laboratorio del que se incluye una imagen, la “escobilla”



Disco de Faraday, sargentwelch.ca

es puntual y está en zona donde está el campo magnético (generado por imanes), campo que en este caso no atraviesa todo el disco.