

Figura 28.20 Cuando una carga positiva se mueve a lo largo de la varilla que se está moviendo, fuerzas eléctricas y magnéticas actúan sobre ésta. La fuerza electromagnética neta sobre la carga es dirigida hacia arriba en la dirección de la velocidad de arrastre. El trabajo por unidad de carga realizado sobre la carga que atraviesa la varilla es la fem de movimiento.

mueve inicialmente con una velocidad v hacia la derecha, la fuerza debida a la corriente inducida frena a la varilla hasta pararla. Para mantener el movimiento de la varilla, se necesita una fuerza externa empujando hacia la derecha.

Una segunda comprobación del sentido de la fem inducida puede ser realizada considerando el sentido de la fuerza magnética sobre los portadores de carga moviéndose hacia la derecha con la barra. La carga se mueve hacia la derecha con la misma velocidad v que la barra, de tal forma que experimenta la fuerza de Lorentz $F = qv \times B$. Si q es positiva, la fuerza es hacia arriba, lo cual implica que la fem inducida es antihoraria.

La fem es el trabajo por unidad de carga sobre los portadores de carga, pero ¿cuál es la fuerza que produce trabajo en el circuito de la figura 28.19? Este trabajo es realizado por la superposición de una fuerza magnética y una fuerza eléctrica (figura 28.20). Para ver cómo es esto, consideraremos que la corriente en la barra es hacia arriba, de tal forma que la velocidad de desplazamiento v_d de las cargas, supuestamente positivas, es hacia arriba. En este caso, una fuerza magnética ($F_L = qv_d \times B$) actúa sobre las cargas y, como consecuencia, la varilla se polariza: el lado izquierdo se carga positivamente y lado derecho negativamente. Estas cargas de la superficie producen un campo eléctrico E_{\perp} dentro de la varilla que está dirigido a la derecha, y éste ejerce una fuerza ($F_R = qE_{\perp}$) hacia la derecha sobre todas las cargas. La suma es ($F_L + F_R = 0$, ya que la fuerza neta horizontal sobre las cargas es cero. Además existe la fuerza magnética hacia arriba $F_U = qv \times B$, donde v es la velocidad hacia la derecha tanto de las cargas como de la varilla. El trabajo total realizado por estas tres fuerzas sobre la carga que recorre la varilla es debido a F_U , y este trabajo es $F_U \ell = qvB\ell$. Por lo tanto, el trabajo por unidad de carga es $vB\ell$, el cual se obtiene dividiendo el trabajo total por la unidad de carga q . El valor de la fem es igual a este trabajo dividido por la unidad de carga

$$\mathcal{E} = vB\ell \quad (28.6)$$

MÓDULO DE LA FEM PARA UNA VARILLA QUE SE MUEVE PERPENDICULARMENTE A ELLA MISMA Y A B

El valor de la fem es el trabajo total por unidad de carga realizado por las tres fuerzas F_L , F_R y F_U . F_L y F_U son las fuerzas magnéticas. La fuerza magnética total, sin embargo, es perpendicular a la velocidad de los portadores de carga y por ello no produce trabajo. Por lo tanto, el trabajo total realizado por las tres fuerzas es debido exclusivamente a la fuerza F_R .

La figura 28.21 muestra un portador de carga positiva en una barra conductora que se mueve con velocidad constante a través de un campo magnético uniforme dirigido hacia el papel. Como el portador de carga se mueve horizontalmente con la barra, actúa sobre él una fuerza magnética que posee una componente hacia arriba de módulo qvB . Debido a esta fuerza magnética, los portadores de carga de la barra se mueven hacia arriba, lo que da lugar a una carga neta positiva en la parte superior de la barra y, por lo tanto, a una carga neta negativa en la parte inferior. Los portadores continúan desplazándose hacia arriba hasta que el campo eléctrico E_{\parallel} producido por las cargas separadas ejerce una fuerza hacia abajo de módulo qE_{\parallel} sobre las cargas separadas que equilibra la fuerza magnética qvB . En el equilibrio, el módulo del campo eléctrico en la barra es, por lo tanto,

$$E_{\parallel} = vB$$

La dirección y el sentido de este campo eléctrico son paralelos a la barra y están dirigidos hacia abajo. La diferencia de potencial a través de la barra de longitud ℓ es

$$\Delta V = E_{\parallel} \ell = vB\ell$$

siendo el potencial mayor en la parte alta de la barra. Esto es, cuando no hay corriente atravesando la varilla, la diferencia de potencial entre los extremos de la varilla es igual a $vB\ell$

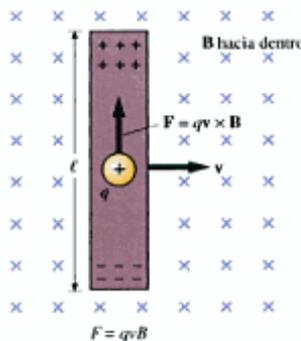


Figura 28.21 Un portador de carga en una barra conductora que se mueve a través de un campo magnético experimenta una fuerza magnética que tiene una componente hacia arriba. Los portadores de carga se desplazan hacia la parte alta de la barra, dejando negativa la parte baja de la misma. La separación de cargas produce un campo eléctrico de módulo $E_{\parallel} = vB$ hacia abajo. El potencial en la parte alta de la barra es mayor que en el fondo, siendo su diferencia $E_{\parallel} \ell = vB\ell$.