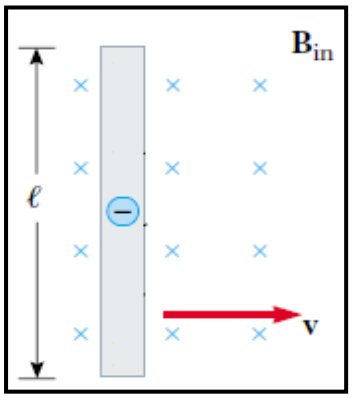
القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في موصل متحرك



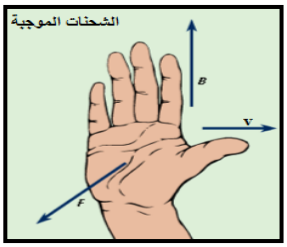
نفترض لدينا سلك طوله L ويتحرك بسرعة منتظمة مقدارها v داخل مجال مغناطيسي منتظم اتجاهه الى داخل الصفحة كما هو موضح في الشكل المقابل :
في هذه الحالة ستتحرك الشحنات الموجبة والسالبة داخل السلك بنفس سرعة السلك وفي نفس الاتجاه ، وعندها يصبح لدينا جسيمات مشحونة تتحرك داخل منطقة مجال مغناطيسي منتظم مما يؤدي إلى تأثر الشحنات بسبب ذلك بقوة مغناطيسية مقدارها :

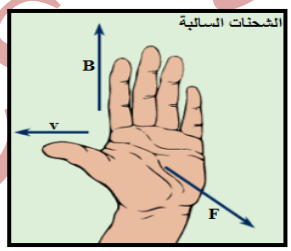
$$F_m = q.v.B.sin\theta$$

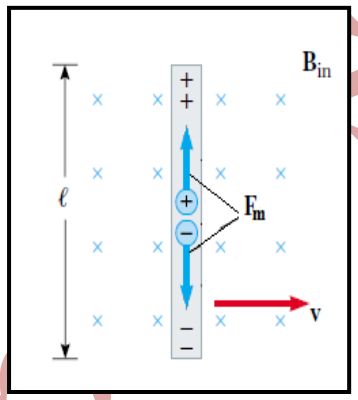
حيث أن (θ) هي الزاوية المحصورة بين اتجاه السرعه (الحركة) واتجاه خطوط المجال المغناطيسي ، ونظراً لأن السلك يتحرك عمودياً على خطوط المجال فإن مقدار $sin\theta$ لابد ان يساوي 1 وعندها يمكن القول ان :

$$F_m = q.v.B$$

ويمكن تحديد اتجاهها باستخدام قاعدة اليد اليمنى بالنسبة للشحنات الموجبة واليسرى بالنسبة للشحنات السالبة والتي تنص على ان :
عند فتح كف اليد فإنه دائماً الابهام يشير الى اتجاه حركة الشحنة (السلك) وبقية الاصابع تشير الى اتجاه خطوط المجال والعمودي من راحة اليد يشير الى اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة (كما هو واضح في الاشكال أدناه) .







وهنا ستعمل القوة المغناطيسية على سحب الشحنات الموجبة من اسفل السلك الى نهايته العلوية وسحب الشحنات السالبة من اعلى السلك الى نهايته السفلية مما يؤدي الى تجمع الشحنات الموجبة في النهاية العلوية وتجمع الشحنات السالبة في النهاية السفلية , وعندها سيتولد فرق في الجهد بين النهايتين مقداره :

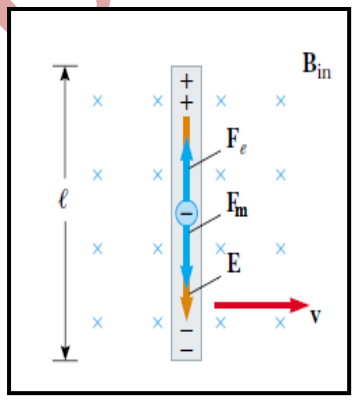
$$V = \frac{W}{q}$$

W هو الشغل الذي تبذله القوة المغناطيسية لتحريك الشحنات على طول السلك ويساوي :

$$W = F_m.L$$
$$W = q.v.B.L$$

وبالتعويض في قانون فرق الجهد ، نحصل على :

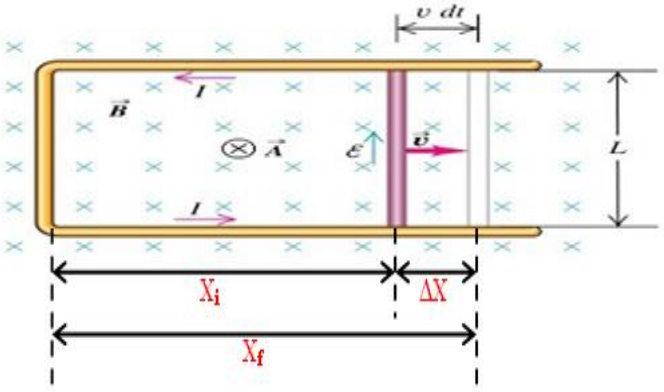
$$V = \frac{q.v.B.L}{q}$$
$$\therefore V = B.L.v$$



حركة الشحنات على طول السلك يؤدي الى تولد تيار حثي في السلك اتجاهه باتجاه حركة الشحنات الموجبة (الى الاعلى) هذا التيارلا يستمر لفترة طويلة وذلك لان فرق الجهد بين طرفا السلك سيؤدي الى تولد مجال كهربائي داخل السلك اتجاهه من الاعلى الى الاسفل سيؤدي الى تولد قوة كهربائية تؤثر على الشحنات في اتجاه يعاكس اتجاه القوة المغناطيسية (كما في الشكل المقابل) ومقدارها يزداد تدريجيا مع زيادة عدد الشحنات التي تتجمع على السلك الى ان تتساوى في المقدار مع القوة المغناطيسية وعندها تكون محصلة القوى المؤثرة على الشحنات تساوي صفر ويتوقف انتقال الشحنات وبالتالي يتوقف التيار التأثيري

physics genius

ولجعل التيار يستمر دون توقف , سنجعل السلك ينزلق على طول سلكين متوازيين على شكل حرف (U) , هنا سيعمل السلك وكأنه بطارية قوتها الدافعة (ε') تعمل على توليد تيار كهربائي على السلكين في الدائرة المغلقة يسار السلك ويكون اتجاهه عكس عقارب الساعة كما هو واضح في الشكل المقابل ، وبالتالي فإنه هنا مع استمرار حركة السلك سيستمر مرور التيار في الدائرة .



لنفترض ان السلك عند لحظه معينه ولتكن (t_i) السلك يبعد عن الضلع الموازي له مسافة قدرها (X_i) وهنا نجد ان السلك يصنع مع السلكين المتوازيين ملف مستطيل او مربع الشكل مساحته :

$$A_i = L.X_i$$

وبالتالي سنجد ان عددا من خطوط المجال تخترق سطح الملف واذا ما رسمنا العمودي على سطح الملف سنجد ان الزاوية بين اتجاه العمودي على سطح الملف واتجاه خطوط المجال تساوي صفراً وعندها يكون الفيض المغناطيسي للملف عند هذا الموضع يساوي :

$$\Phi_i = B.A_i$$
$$\Phi_i = B.L.X_i$$

وبعد فترة زمنية مقدارها (Δt) يكون السلك على بعد (X_f) من الضلع الموازي له وتصبح مساحة الملف :

$$A_f = L.X_f$$

والفيض المغناطيسي :

$$\Phi_f = B.A_f$$
$$\Phi_f = B.L.X_f$$

وهنا نجد ان الفيض المغناطيسي بالنسبة للملف يتغير مع الزمن مع تغير المساحة , وبالتالي يمكن تطبيق قانون فاراداي- لنز على هذا الملف :

$$\varepsilon' = -N.\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

وبما أن الملف يتكون من لفة واحدة ($N = 1$) تصبح :

$$\varepsilon' = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$
$$= -\frac{(\Phi_f - \Phi_i)}{\Delta t}$$
$$= -\frac{B.L\,(Xf - Xi)}{\Delta t}$$
$$= -\frac{B.L\,\Delta X}{\Delta t}$$

المقدار ($\frac{\Delta X}{\Delta t}$) يمثل سرعة السلك :

$$v = \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

وبالتالي نحصل على :

$$\therefore \varepsilon' = -B.L.v$$

وهي نفس العلاقة التي حصلنا عليها عند حساب فرق الجهد بين طرفا السلك , مما يثبت صحة قانون فاراداي في حساب القوة الدافعة التأثيرية المتولدة بين طرفا موصل .

◄ الحالات التي لا يتولد فيها قوة دافعة تأثيرية لموصل موجود في مجال مغناطيسي منتظم :

- عندما يكون الموصل ومصدر المجال المغناطيسي ثابتين .
- عندما يتحرك الموصل موازياً لخطوط المجال المغناطيسي .
- عندما يتحرك الموصل موازياً لطوله .
- عندما يتحرك الموصل ومصدر المجال المغناطيسي معاً بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه .

physics genius