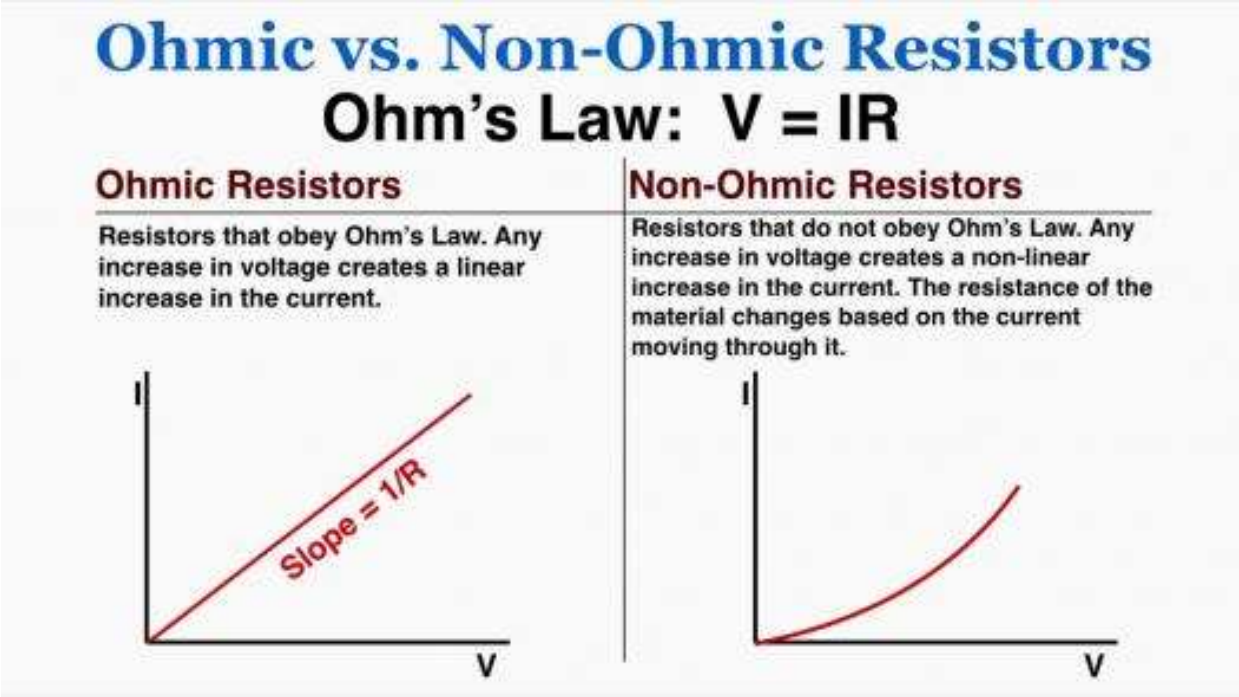
الأسئله الكتابية - فيزياء

https://t.me/h11Ad36

- هدهد -



" فالهيكل وليست فالكتاب "

الإختصار" على مخطط فرق التيار مقابل فرق الجهد، تظهر الموصلات "الأومية" كخطوط مستقيمة، بينما يتم تمثيل الموصلات "غير الأومية" بمنحنيات.

في حال استخدام فرق جهد كهربائي معروف، ΔV، معروف عبر موصِّل ما (جهاز أو مادة فيزيائية موصلة للتيار) وتم قياس التيار الناتج، i، يتم تحديد مقاومة هذا الموصل من خلال العلاقة

$$R = \frac{\Delta V}{i} \tag{5.8}$$

وحدات المقاومة هي الفولت لكل أمبير، وهي وحدة مشتقة أُطلق عليه اسم **أوم** ويُستخدم الرمز Ω (الحرف اليوناني الكبير أوميجا) تكريمًا لعالم الفيزياء اليوناني جورج سايمون أوم (1789 – 1854):

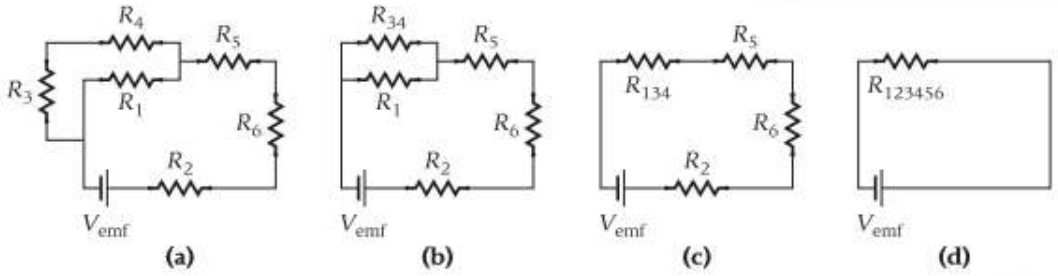
$$1\ \Omega = \frac{1\ \text{V}}{1\ \text{A}}$$

ينتج عن إعادة ترتيب المعادلة 5.8 ما يلي

$$i = \frac{\Delta V}{R} \tag{5.9}$$

وهذا ينص على أنَّه بالنسبة إلى فرق الجهد المحدد، ΔV، يتناسب التيار، i، تناسبًا عكسيًّا مع المقاومة، R. يُشار إلى هذه المعادلة عادة باسم **قانون أوم**. وكذلك يُشار في بعض الأحيان إلى إعادة ترتيب المعادلة 5.9، $\Delta V = iR$، باسم قانون أوم.

مثال 5.4 المقاومة المكافئة في دائرة كهربائية تتكون من ستة مقاوِمات



الشكل 5.19 (a) دائرة كهربائية بها ستة مقاوِمات. الخطوات من (b) إلى (d) لدمج هذه المقاوِمات لتحديد المقاومة المكافئة.

المسألة

يوضِّح الشكل 5.19a دائرة كهربائية بها ستة مقاوِمات، من R_1 إلى R_6. ما قيمة التيار المتدفق عبر المقاوِمين R_2 وR_{39} بدلالة V_{emf} والمقاوِمات من R_1 إلى R_6؟

الحل

نبدأ بتحديد أجزاء الدائرة الكهربائية التي يتضح اتصالها على التوازي أو على التوالي التيار المتدفق عبر المقاوِم R_2 هو التيار ذاته المتدفق من مصدر القوة الدافعة الكهربائية. نلاحظ أنّ المقاوِم R_3 والمقاوِم R_4 متصلان على التوالي. ومن ثَمَّ، يمكننا كتابة

$$R_{34} = R_3 + R_4 \qquad \text{(i)}$$

تم إجراء هذا التعويض في الشكل 5.19b. يوضِّح الشكل أنّ المقاوِم R_{34} والمقاوِم R_1 متصلان على التوازي. ثم يمكننا كتابة

$$\frac{1}{R_{134}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{34}}$$

أو

$$R_{134} = \frac{R_1 R_{34}}{R_1 + R_{34}} \qquad \text{(ii)}$$

تم تمثيل هذا التعويض في الشكل 5.19c. من خلال هذا الشكل، يمكننا ملاحظة أنّ المقاوِمات R_2، وR_{59}، وR_{69}، وR_{1349} متصلة على التوالي. ومن ثَمَّ، يمكننا كتابة

$$R_{123456} = R_2 + R_5 + R_6 + R_{134} \qquad \text{(iii)}$$

تم توضيح هذا التعويض في الشكل 5.19d. نُعوِّض عن المقاوِم R_{34} والمقاوِم R_{134} من المعادلتين (i) و(ii) في المعادلة (iii):

$$R_{123456} = R_2 + R_5 + R_6 + \frac{R_1 R_{34}}{R_1 + R_{34}} = R_2 + R_5 + R_6 + \frac{R_1(R_3 + R_4)}{R_1 + R_3 + R_4}$$

ومن ثَمَّ، يتم الحصول على التيار i_2 المتدفق عبر المقاوِم R_2 من خلال

$$i_2 = \frac{V_{emf}}{R_{123456}}$$

ننتقل إلى تحديد التيار المتدفق عبر المقاوِم R_3. يتدفق التيار i_2 أيضًا عبر المقاومة المكافئة R_{134} التي تتضمن المقاوِم R_3 (انظر الشكل 5.19c). ومن ثَمَّ، يمكننا كتابة

$$V_{134} = i_2 R_{134}$$

حيث إنّ V_{134} هو هبوط الجهد عبر المقاومة المكافئة R_{134}. المقاوِم R_1 والمقاومة المكافئة R_{34} متصلان على التوازي. ومن ثَمَّ، يكون هبوط الجهد V_{34} عبر R_{34} مساويًا لهبوط الجهد عبر R_{134} وهو V_{134}. المقاوِمان R_3 وR_4 متصلات على التوالي. ومن ثَمَّ يكون التيار i_3 المتدفق عبر R_3 مساويًا للتيار i_{34} المتدفق عبر R_{34}. ومن ثَمَّ يمكننا كتابة

$$V_{34} = V_{134} = i_{34} R_{34} = i_3 R_{34}$$

يمكننا أن نعبِّر الآن عن i_3 من بدلالة V والمقاومات من R_1 إلى R_6:

$$i_3 = \frac{V_{134}}{R_{34}} = \frac{i_2 R_{134}}{R_{34}} = \frac{\left[\frac{V_{emf}}{R_{123456}}\right] R_{134}}{R_{34}} = \frac{V_{emf} R_{134}}{R_{34} R_{123456}} = \frac{V_{emf}\left[\frac{R_1 R_{34}}{R_1 + R_{34}}\right]}{R_{34} R_{123456}} = \frac{V_{emf} R_1}{R_{123456}(R_1 + R_{34})}$$

مثال 6.1 دائرة متعددة الحلقات

فكّر في الدائرة الموضحة في الشكل 6.12. تحتوي هذه الدائرة على ثلاثة مقاومات، R_1، و R_2، و R_3، ومصدرين للقوة الدافعة الكهربائية، $V_{emf,1}$ و $V_{emf,2}$. توضح الأسهم الحمراء اتجاه انخفاض الجهد عبر مصادر القوة الدافعة الكهربائية. لا يمكن تحليل هذه الدائرة إلى توصيلات بسيطة على التوالي أو على التوازي. لتحليل هذه الدائرة، علينا أن نعيّن اتجاهات للتيارات المتدفقة عبر المقاومات. يمكننا اختيار هذه الاتجاهات عشوائيًا (مع العلم بأننا إذا اخترنا الاتجاه الخاطئ، فستكون قيمة التيار الناتجة سالبة). الشكل 6.13 يوضح الدائرة مع توضيح الاتجاهات المعيّنة للتيارات بالأسهم الأرجوانية.

لنفكر في الوصلة b أولًا. التيار الداخل إلى الوصلة يجب أن يساوي التيار الخارج منها. لذا يمكننا أن نكتب

$$i_2 = i_1 + i_3 \quad \text{(i)}$$

بالنظر إلى الوصلة a، نعادل مرة أخرى التيار الداخل مع التيار الخارج لنحصل على

$$i_1 + i_3 = i_2$$

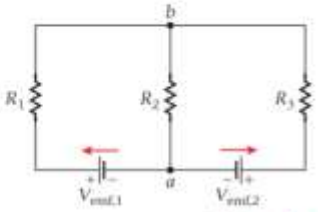
التي تعطي النتائج نفسها التي حصلنا عليها للوصلة b. لاحظ أن هذه نتيجة نموذجية: إذا كانت دائرة تحتوي على n من الوصلات، فمن الممكن الحصول على $n-1$ على الأكثر من المعادلات المستقلة نتيجة لتطبيق قانون كيرشوف للتيار. (في هذه الحالة، $n = 2$. لذا يمكننا الحصول على معادلة مستقلة واحدة فقط).

لا يمكننا عند هذه النقطة تحديد التيارات في الدائرة لأن لدينا ثلاث قيم مجهولة ومعادلة واحدة فقط. لذا، نحتاج إلى معادلتين مستقلتين إضافيتين. للحصول على هاتين المعادلتين، نطبق قانون كيرشوف للجهد. يمكننا تحديد ثلاث حلقات في الدائرة الموضحة في الشكل 6.13.

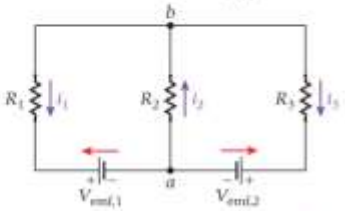
1. النصف الأيسر من الدائرة يحتوي على العناصر R_1، و R_2، و $V_{emf,1}$؛
2. النصف الأيمن من الدائرة يحتوي على العناصر R_2، و R_3، و $V_{emf,2}$؛
3. الحلقة الخارجية تحتوي على العناصر R_1، و R_3، و $V_{emf,1}$، و $V_{emf,2}$.

بتطبيق قانون كيرشوف للجهد على النصف الأيسر من الدائرة، وباستخدام الاتجاهات المفترضة للتيارات وبتحليل الحلقة في عكس اتجاه عقارب الساعة بداية من الوصلة b، نحصل على

$$-i_1R_1 - V_{emf,1} - i_2R_2 = 0$$



الشكل 6.12 دائرة متعددة الحلقات تحتوي على ثلاثة مقاومات ومصدرين للقوة الدافعة الكهربائية.



الشكل 6.13 دائرة متعددة الحلقات موضح فيها الاتجاه المفترض للتيار المتدفق في المقاومات.

أو

$$i_1R_1 + V_{emf,1} + i_2R_2 = 0 \quad \text{(ii)}$$

بتطبيق قانون الجهد على النصف الأيمن من الدائرة، وبالبدء مرة أخرى من الوصلة b وبتحليل الحلقة في اتجاه عقارب الساعة، نحصل على

$$-i_3R_3 - V_{emf,2} - i_2R_2 = 0$$

أو

$$i_3R_3 + V_{emf,2} + i_2R_2 = 0 \quad \text{(iii)}$$

بتطبيق قانون الجهد على الحلقة الخارجية، وبالبدء من الوصلة b وبالعمل في اتجاه عقارب الساعة، نحصل على

$$-i_3R_3 - V_{emf,2} + V_{emf,1} + i_1R_1 = 0$$

لا تقدم هذه المعادلة معلومات جديدة لأننا نستطيع الحصول على هذه المعلومات أيضًا بطرح المعادلة (iii) من المعادلة (ii). بالنسبة إلى الحلقات الثلاث كلها، نحصل على معلومات متكافئة إذا حللناها في عكس اتجاه عقارب الساعة، أو في اتجاه عقارب الساعة، أو إذا بدأنا من أي نقطة أخرى وتحركنا حول الحلقات انطلاقًا من تلك النقطة.

باستخدام المعادلات الثلاث: (i)، و(ii)، و(iii)، والقيم الثلاث المجهولة: i_1، و i_2، و i_3، يمكننا إيجاد قيم التيارات المجهولة بطرائق متعددة. على سبيل المثال، يمكننا وضع المعادلات الثلاث في صيغة مصفوفة ثم حلها باستخدام طريقة كرامر والتأكد من الحل باستخدام آلة حاسبة. هذه طريقة موصى بها للدوائر المركبة التي بها العديد من المعادلات والعديد من القيم المجهولة. ولكن، في هذا المثال، يمكننا المتابعة بالتعويض من المعادلة (i) في المعادلتين الأخريين، ومن ثَمَّ نحذف i_2. ثم نحل إحدى المعادلتين الناتجتين لإيجاد i_1 ونعوض من هذه المعادلة في المعادلة الأخرى لنحصل على تعبير لقيمة i_3. بالتعويض مرة أخرى، نحصل على حلولًا لكل من i_2 وi_1:

$$i_1 = -\frac{(R_2 + R_3)V_{emf,1} - R_2V_{emf,2}}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}$$

$$i_2 = -\frac{R_3V_{emf,1} + R_1V_{emf,2}}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}$$

$$i_3 = -\frac{-R_2V_{emf,1} + (R_1 + R_2)V_{emf,2}}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}$$

ملاحظة: لن تحتاج إلى تذكر هذا الحل بالتحديد أو الجبر الخطي المستخدم في الوصول إليه. ولكن، الطريقة العامة لتطبيق قانوني كيرشوف للجهد والتيار، وتعيين تيارات في اتجاهات عشوائية هي الفكرة المحورية لتحليل الدائرة.

https://t.me/h11Ad36

إذا كانت السرعة المتجهة للجسيم المشحون متوازية (باتجاه أو عكس اتجاه) مع المجال المغناطيسي، فلن يتأثر الجسيم بأي قوة مغناطيسية وستستمر حركته في خط مستقيم.

أما إذا كانت الحركة عمودية على المجال المغناطيسي، كما في الشكل 7.15، فإن الحفاظ على حركة الجسيم بالسرعة v في مسار دائري نصف قطره r يتطلب قوة الجذب المركزي:

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

بمساواة قوة الجذب المركزي مع القوة المغناطيسية، نحصل على

$$vB|q| = \frac{mv^2}{r}$$

وبإعادة الترتيب، نحصل على المعادلة لإيجاد نصف قطر المسار الدائري الذي يتحرك فيه الجسيم:

$$r = \frac{mv}{|q|B} \qquad (7.5)$$

مثال 7.2 الرياح الشمسية والمجال المغناطيسي للأرض

ناقشنا في القسم 7.1 حزامَي فان ألين الإشعاعيين اللذين يحصران الجسيمات المنبعثة من الشمس. تُطلق الشمس ما يقرب من مليون طن من المادة إلى الفضاء كل ثانية. وتتكوَّن هذه المادة في معظمها من بروتونات تتحرك بسرعة 400 km/s تقريبًا.

المسألة

إذا كانت البروتونات المنبعثة من الشمس تسقط عموديًا على المجال المغناطيسي للأرض (الذي يبلغ مقداره 50.0 μT عند خط الاستواء)، فما نصف قطر مدار البروتونات؟ كتلة البروتون تساوي 1.67×10^{-27} kg.

الحل

تربط المعادلة 7.5 بين مقدار المجال المغناطيسي، B، ونصف قطر المدار الدائري، r، والسرعة، v، لجسيم كتلته m وشحنته q يتحرك عموديًا على المجال المغناطيسي:

$$r = \frac{mv}{|q|B}$$

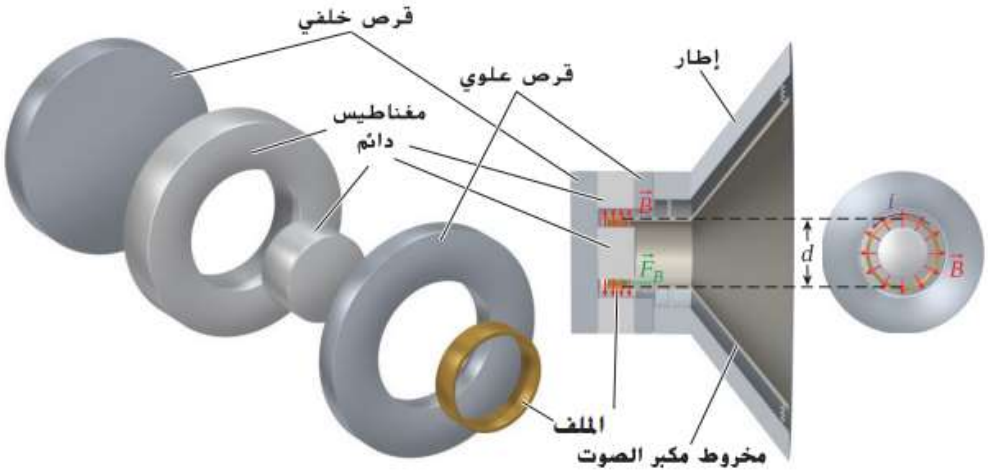
بالتعويض بالقيم العددية، نحصل على

$$r = \frac{\left(1.67 \times 10^{-27}\ \text{kg}\right)\left(400. \times 10^{3}\ \text{m/s}\right)}{\left(1.602 \times 10^{-19}\ \text{C}\right)\left(50.0 \times 10^{-6}\ \text{T}\right)} = 83.5\ \text{m}$$

https://t.me/h11Ad36

مثال 7.4 القوة المؤثرة في ملف مكبِّر الصوت

ينتج مكبّر الصوت صوتًا عن طريق بذل قوة مغناطيسية على ملف صوت في مجال مغناطيسي، كما هو موضح في الشكل 7.25. يتصل الملف المتحرك بمخروط مكبّر الصوت المسؤول عن إنتاج الأصوات. ويتم إنتاج المجال المغناطيسي من خلال المغناطيسين الدائمين كما هو موضح. مقدار المجال المغناطيسي هو $B = 1.50\ \text{T}$. ويتكون الملف من $n = 100$ لفة من السلك يسري فيه تيار، $i = 1.00\ \text{mA}$. وقطر الملف هو $d = 2.50\ \text{cm}$.



الشكل 7.25 رسم تخطيطي لمكبّر صوت. (a) منظر مكبّر ثلاثي الأبعاد لطرف مكبّر الصوت. (b) منظر جانبي للمقطع العرضي لمكبّر الصوت. (c) منظر أمامي لطرف مكبّر الصوت.

المسألة

ما مقدار القوة المغناطيسية التي يبذلها المجال المغناطيسي على الملف في مكبّر الصوت؟

الحل

يمكن إيجاد مقدار القوة المغناطيسية المبذولة على الملف من خلال المعادلة 7.11:

$$F = iLB\sin\theta$$

حيث L طول السلك الذي يسري فيه التيار i في مجال مغناطيسي مقداره B. يصنع السلك زاوية θ مع المجال المغناطيسي. وفي هذه الحالة، يكون السلك عموديًا دائمًا على المجال المغناطيسي، ومن ثم فإن $\theta = 90°$. يمكن إيجاد طول السلك في ملف مكبر الصوت من خلال ضرب عدد اللفات، n، في المحيط، πd لكل لفة.

$$L = n\pi d$$

ومن ثم، فإن مقدار القوة المبذولة على ملف مكبر الصوت هو

$$F = i(n\pi d)B(\sin 90°) = n\pi idB$$

بالتعويض بالقيم العددية، نحصل على

$$F = n\pi idB = (100)(\pi)\left(1.00\times10^{-3}\ \text{A}\right)\left(2.50\times10^{-2}\ \text{m}\right)(1.50\ \text{T}) = 0.0118\ \text{N}$$

من خلال القاعدة الأولى لليد اليمنى الموضحة في الشكل 7.24b، يكون اتجاه القوة التي يبذلها المجال المغناطيسي على ملف مكبر الصوت إلى اليسار في الشكل 7.25b وعموديًا إلى داخل الصفحة في الشكل 7.25c.

إذا تم عكس التيار في ملف الصوت، فستكون القوة في الاتجاه المعاكس. وإذا كان التيار متناسبًا طرديًا مع سعة الموجة الصوتية، فيمكن إعادة إنتاج الموجات الصوتية في مخروط مكبّر الصوت. تُستخدم هذه الفكرة الأساسية في معظم مكبرات الصوت وسماعات الرأس.

إذًا مقدار القوة المغناطيسية هو

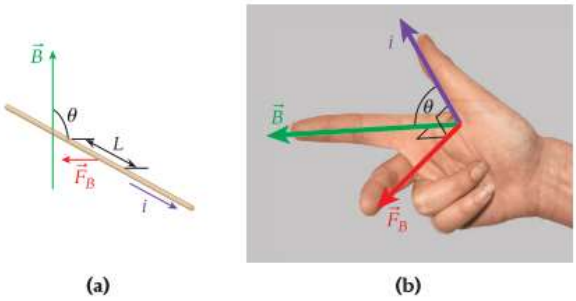
$$F_B = qv_d B\sin\theta = \left[\frac{L}{v_d}i\right]v_d B\sin\theta = iLB\sin\theta \quad (7.11)$$

حيث θ الزاوية بين اتجاه تدفق التيار واتجاه المجال المغناطيسي. يكون اتجاه القوة عموديًا على كل من اتجاه التيار واتجاه المجال المغناطيسي. ويمكن إيجاده من خلال تطبيق القاعدة الأولى لليد اليمنى. يكون اتجاه التيار في اتجاه السرعة المتجهة للجسيم المشحون. كما هو موضح في الشكل 7.24b. في القاعدة الأولى لليد اليمنى يمكن معاملة التيار على أنه شحنات متحركة.

يمكن التعبير عن المعادلة 7.11 في صورة ضرب اتجاهي:

$$\vec{F}_B = i\vec{L}\times\vec{B} \quad (7.12)$$

حيث يمثل الرمز $i\vec{L}$ التيار المار في جزء من السلك. المعادلة 7.12 هي مجرد إعادة صياغة للمعادلة 7.2 لتمثيل الحالة التي تشكل فيها الشحنات المتحركة تيارًا يتدفق في سلك. ونظرًا لأن الحالات الفيزيائية التي تتضمن التيارات تكون أكثر شيوعًا من تلك التي تتضمن حركة جسيم مشحون معزول، فإن المعادلة 7.12 هي الصياغة الأكثر فائدة لتحديد القوة المغناطيسية في التطبيقات العملية.



الشكل 7.24 (a) القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار. (b) أحد تمثيلات القاعدة الأولى لليد اليمنى يحدد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار. لتحديد اتجاه القوة المؤثرة في سلك يسري فيه تيار باستخدام يدك اليمنى، وجِّه إبهامك في اتجاه التيار، وإصبع السبابة في اتجاه المجال المغناطيسي، وعندئذٍ سيشير الإصبع الأوسط في اتجاه القوة.

https://t.me/h11Ad36