كيف تعمل المغانط الكهربائية؟



www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

هل تعلم ما هو العامل المشترك الذي تشترك فيه كل من مقبرة السيارات، وحفلة لموسيقى الروك، والمدخل الأمامي لمنزلك؟ جميعها تستخدم المغانط الكهربائية، التي هي أجهزةٌ تنتج حقلًا مغناطيسيًا عبر تطبيق الكهرباء. توظف رافعات العربات المحطمة مغانط ذات قوة خارقة لتحرك الأجزاء الثقيلة من المعدن المحطم أو حتى سيارات بكاملها من مكانٍ إلى آخر، كما تستخدم فرقتك الموسيقية المفضلة المغانط الكهربائية لتضخيم الصوت الصادر من المكبرات، وعندما يرن شخص ما جرس منزلك، تسحب مغانط صغيرةٌ جدًا لسان الجرس المعدني ليضرب الجرس.



هل تحتاج لفرز الخردة المعدنية؟ المغانط الكهربائية في الخدمة. حقوق الصورة: Stockbyte/Getty Images

ميكانيكيًا، المغانط الكهربائية ذات مبدأ بسيط جدًا، فهي تتكون من سلك توصيل طويل، عادةً ما يكون من النحاس، يلتف حول قطعة معدنية. كوحش فرانكشتاين Frankenstein، تبدو هذه التركيبة أشبه بمجموعة أجزاء لا فائدة لها حتى تظهر الكهرباء، ولكن ليس عليك انتظار عاصفة رعدية لتشغيل مغناطيس كهربائي، وإنما يمكن توليد التيار الكهربائي سواء من البطارية أو مصدر آخر للكهرباء ليتدفق عبر السلك. هذا ما يخلق حقلًا مغناطيسيًا حول السلك الملفوف، ممغنِطًا المعدن جاعلًا منه شبيهًا بمغناطيس دائم (حقيقي). تُعد المغانط الكهربائية مفيدة لأنه بإمكانك تفعيل أو إيقاف عمل المغناطيس بواسطة توصيل أو قطع الدارة الكهربائية.

قبل أن نبتعد أكثر، علينا أن نناقش كيف تختلف المغانط الكهربائية عن المغانط العادية "الدائمة"، كتلك التي تثبت مجسم المصاصة على الثلاجة. للمغناطيس كما هو معلوم قطبان: "شمالي" و"جنوبي"، وهو يجذب الأشياء المصنوعة من الفولاذ، والحديد، وبعض المعادن الأخرى ذات تركيب محدد. تتنافر الأقطاب المتشابهة للمغناطيس وتتجاذب الأقطاب المتعاكسة (في تقاطع بين الرومانسية والفيزياء). على سبيل المثال، إذا وضعنا مغناطيسين سبق تحديد نهايتيهما بـ "الشمال" و"الجنوب"، فسينجذب الطرف الشمالي لأحدهما إلى الطرف الجنوبي للآخر. من جهة أخرى، سيتنافر الطرف الشمالي لأحد المغناطيسين مع الطرف الشمالي للآخر (وبشكل مشابه، سيتنافر الجنوبي مع الجنوبي). يعمل المغناطيس الكهربائي بنفس الآلية، باستثناء أن "المغناطيس المؤقت" يولد حقلًا مغناطيسيًا عند تدفق التيار الكهربائي فقط.

يُعد جرس الباب مثالًا جيدًا لكيفية استخدام المغانط الكهربائية في التطبيقات التي لا يمكن الاستفادة فيها من المغانط الدائمة. عندما يضغط زائر ما زر الجرس لباب منزلك، تنغلق الدارة الكهربائية داخل الجرس مشكلة دارة مغلقة، مما يعني أن الدارة موصولة و"قيد

التشغيل". تسمح هذه الدارة المغلقة للكهرباء بالمرور، مشكلةً حقلاً مغناطيسياً يمغنط لسان الجرس. تتكون معدات معظم الأجراس من جرس معدني ولسان معدني تؤدي الشحنات المغناطيسية إلى ارتطامهما معًا، ما يمكّنك من سماع قرع الجرس في الداخل وإجابة الطارق. عندما يرن الجرس، يؤدي توقف الضيف عن ضغط زر الجرس إلى فتح الدارة وتوقف الجرس عن الرنين. هذا المبدأ القائم على التحكم في التشغيل يجعل المغانط الكهربائية عملية وناجحة.

في هذا المقال، سنلقي نظرة أقرب على المغانط الكهربائية وسنكتشف كيف توظّف هذه الأجهزة قليلًا من العلم المثير لصنع أدوات في كل مكان حولنا وجعل حياتنا أسهل.

تاريخ المغانط الكهربائية:

لم تُدرس العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية بشكل كامل حتى عام **1873** عندما لاحظ عالم الفيزياء جيمس ماكسويل **James Maxwell** التفاعل بين الشحنتين الموجبة والسالبة. توصَّل ماكسويل، من خلال التجارب المستمرة، إلى أن الشحنات تتجاذب أو تتنافر اعتمادًا على اتجاهها. كما كان أول من اكتشف أن للمغانط أقطاب، أو نقاط مميزة تتركز فيها الشحنات. لاحظ ماكسويل في أمر آخر مهم للكهرومغناطيسية (الكهراطيسية) **Electromagnetism** أن حقلًا مغناطيسيًا يتولد حول السلك عندما يمر تيار كهربائي عبره.



مغناطيس مايكل الكهربائي Stringer/Hulton Archive/Getty Images

كانت أبحاث ماكسويل مسؤولةً عن الكثير من مبادئ العلمية المعمول بها في الوقت الراهن، ولكنه لم يكن أول عالم فيزياء يجري تجاربَ على الكهرباء والمغناطيسية **Magnetism**. إذ وجد هانز كريستيان أورستد **Hans Christian Oersted** قبل ذلك بـ **50** عامًا تقريبًا بأن البوصلة التي كان يستخدمها تأثرت لعمل بطارية في مخبره تارةً وتوقفت عن العمل تارةً أخرى. يمكن لذلك أن يحدث فقط لدى وجود حقل مغناطيسي للتداخل مع إبرة البوصلة، وبذلك استنبط أن الحقل المغناطيسي يتولد من تدفق التيار الكهربائي ضمن البطارية. لكن اتجه أورستد لدراسة الكيمياء وترك الأبحاث الخاصة بالكهرباء والمغناطيسية لغيره.

يعتبر مايكل فاراداي **Michael Faraday** الأب الروحي للكهرومغناطيسية، وهو عالم كيمياء وفيزياء بنى العديد من النظريات التي بنى عليها ماكسويل نظرياته فيما بعد. أحد الأسباب التي تجعل فراداي أكثر شهرةً تاريخياً من ماكسويل و أورستد أنه ـ على الأرجح ـ مخترع وباحث غزير الاكتشافات. وهو معروف على نطاق واسع كرائد في مجال الكهرومغناطيسية، وهو أيضًا صاحب الفضل في اكتشاف التحريض الكهرومغناطيسي **electromagnetic induction** الذي سنناقشه فيما بعد عندما نستعرض بعض تطبيقات العالم الحقيقي. كما اخترع فاراداي المولد الكهربائي. إضافةً إلى عمله المؤثر في الفيزياء، كان أول من مُنح المنصب المرموق كبروفسور فوليري في الكيمياء **Fullerian Professor of Chemistry** في المعهد الملكي في بريطانيا العظمى. وهذا ليس بالشيء القليل.

ما الذي كشفته أبحاث هؤلاء العلماء؟ في الفقرة التالية سنطلع على كيفية عمل المغانط الكهربائية.

القوة الجاذبة للمغانط الكهربائية:
كما أشرنا في البداية، المبدأ الأساسي لعمل المغانط الكهربائية ليس بذلك التعقيد، إذ يمكنك صنع نموذج بسيط منها بنفسك باستخدام مواد قد تكون موجودة في منزلك. يُلف سلك ناقل، غالباً من النحاس المغلف، حول قضيب معدني. سترتفع حرارة السلك ولذلك من المهم أن يكون مغلفا. يدعى القضيب الذي يلتف حوله السلك بالملف الكهربائي **Solenoid**، ويعتبر مسؤولا عن الحقل المغناطيسي المتولد. تتناسب قوة المغناطيس مع عدد لفات السلك حول القضيب. أي للحصول على مغناطيس أقوى، يجب على السلك أن يكون ملفوفاً ومشدوداً بشكل جيد.

مغناطيس كهربائي بسيط ـ بطارية حقوق الصورة: HowStuffWorks

بعبارة أخرى، كلما شد السلك الملفوف حول القضيب بإحكام، ازداد عدد اللفات التي يمر عبرها التيار الكهربائي حوله (أي القضيب)، ما يعني زيادة في شدة الحقل المغناطيسي. بالإضافة إلى كيفية لف السلك، تتحكم نوعية مادة القضيب بقوة المغناطيس، على سبيل المثال، الحديد معدن قابل للتمغنط **Ferromagnetic** أي أن نفاذيته **Permiablity** عالية. النفاذية هي طريقة أخرى لوصف قابلية المادة أو المعدن لتقبّل حقل مغناطيسي، أي أن ازدياد ناقلية المادة يعني قابلية مغنطةً أعلى.

جميع المواد مركبة من ذرات، بما في ذلك قضيب الحديد للمغناطيس الكهربائي. قبل أن يُشحن الملف الكهربائي، تكون ذرات القضيب المعدني متوزعة عشوائيًا وغير مُرتبة في أي اتجاه محدد. وعندما نمرر التيار الكهربائي، يخترق الحقل المغناطيسي القضيب ويعيد ترتيب الذرات بشكل منظم. يتوسع المجال المغناطيسي بسبب حركة الذرات المنتظمة ذات الاتجاه الموحد. يشكل هذا الترتيب مناطق صغيرة من الذرات الممغنطة تُدعى بالمجالات **Domains**، تزداد وتنقص حسب شدة التيار الكهربائي، وبذلك يمكن التحكم بقوة المغناطيس عبر التحكم بتدفق التيار الكهربائي. ثم يأتي حد الإشباع **Saturation Point**، حيث تستقيم وتتحاذى كل المجالات، ما يعني أن زيادة

تيار كهربائي إضافي لن تؤدي إلى زيادة المغناطيسية.

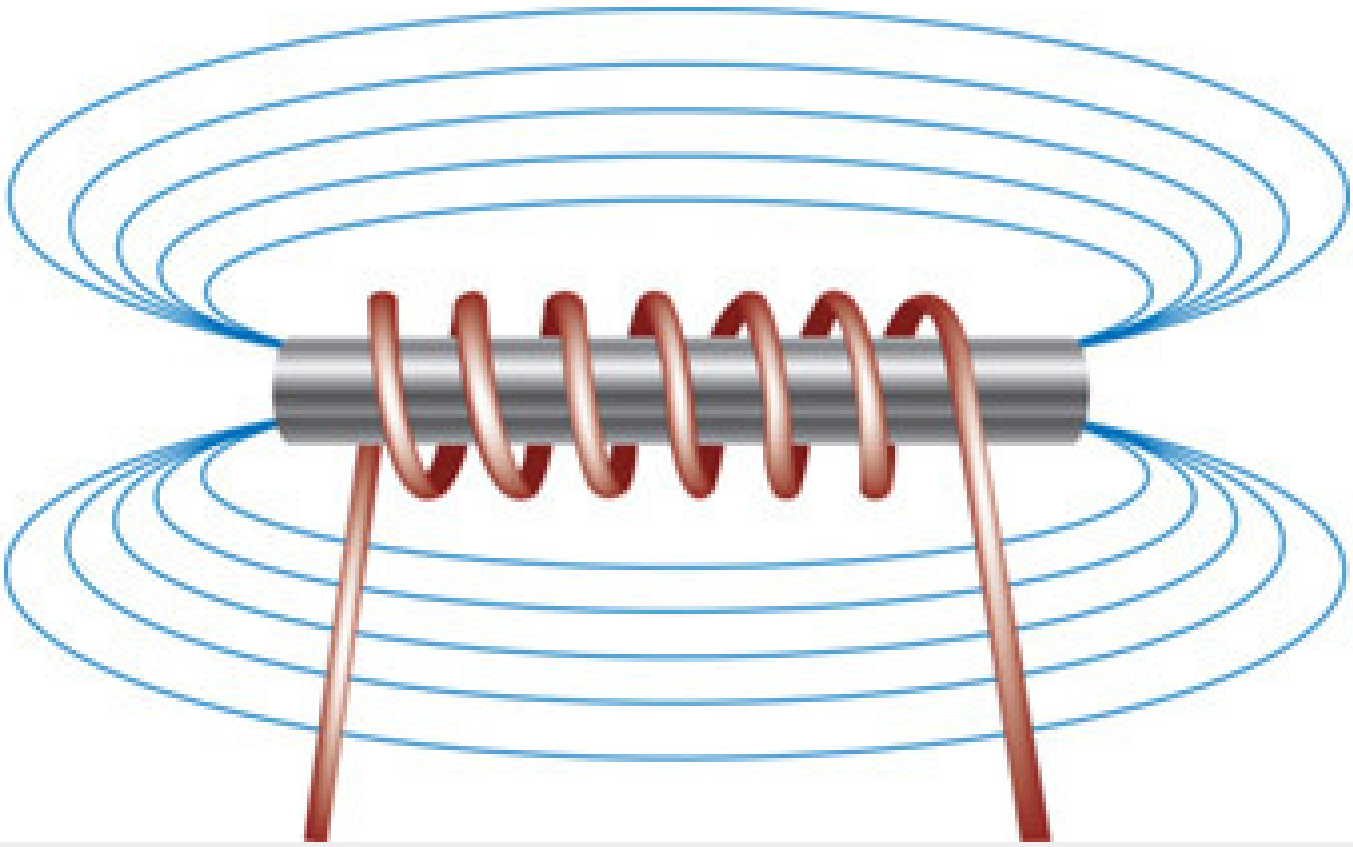
يمكن أساسًا تشغيل أو إطفاء المغناطيس من خلال التحكم بالتيار الكهربائي، فعند قطع التيار الكهربائي، تعود الذرات إلى طبيعتها وتوضعها العشوائي وبالتالي يفقد القضيب مغنطته (من الناحية التقنية، يحتفظ القضيب ببعض خصائص المغناطيسية ولكن ليس كثيراً وليس لوقت طويل).

في حالة المغانط الدائمة الشائعة، كذلك المغناطيس الذي يُثبّت صورة كلب العائلة على الثلاجة، تكون الذرات دائمًا مرتبة بمحاذاة بعضها، وتكون شدة المغناطيس ثابتة.

هل تعلم أنه بإمكانك إيقاف الطاقة الجاذبة للمغناطيس الدائم بإلقائه على الأرض، حيث يتسبب الاصطدام فعلًا في بعثرة الذرات وإخراجها من انتظامها. كما يمكن مغنطتها ثانيةً عن طريق فركها بمغناطيس آخر.

لابد من وجود مصدر للكهرباء لتزويد المغانط الكهربائية بالطاقة، أليس كذلك؟ في الفقرة التالية سنكشف بعض الطرق التي يحصل بها المغناطيس على طاقته.

إضافة "الكهربية" إلى "الكهرومغناطيسية":
طالما أن التيار الكهربائي شرط أساسي لعمل المغناطيس الكهربائي، فما مصدرها؟ الجواب المختصر هو أنه يمكن لأي شيء يولد تيار كهربائي أن يزود مغناطيسًا كهربائيًا بالطاقة. ابتداءً من البطاريات الصغيرة التي تستخدمها في جهاز التحكم في التلفاز، حتى محطات توليد الطاقة الضخمة التي تأخذ الكهرباء مباشرةً من الشبكة، إذا كان بإمكان شيء ما أن يخزن أو ينقل الإلكترونات فبإمكانه إذًا أن يزود مغناطيس كهربائي بالطاقة.



هكذا تبدو خطوط الحقل المغناطيسي في مغناطيس كهربائي بسيط حقوق الصورة: Hemera/Thinkstock

لنبدأ بالاطلاع على كيفية عمل البطاريات المنزلية. تملك معظم البطاريات قطبين واضحين هما الموجب والسالب. عندما لا تكون البطارية في وضع الاستخدام تتجمع الإلكترونات في القطب السالب، وعندما توصل البطارية إلى جهاز ما، يتصل القطبان مع مجسات في الجهاز، مشكلةً دارة مغلقة تسمح للإلكترونات بالتدفق بين القطبين بحرية، وفي حالة جهاز التحكم عن بعد صُمم الجهاز مع شحنة **Load** ـأو نقطة خروج ـ للطاقة المُخزنة في البطارية. تتيح الشحنةُ الطاقة لتُستخدم في تشغيل جهاز التحكم عن بعد، أما إذا قمت ببساطة بتوصيل سلك مباشرةً إلى كل طرف من البطارية وبدون أي شحنة، ستنفذ الطاقة بسرعة من البطارية.

وبينما يحدث ذلك، تُنتج الإلكترونات المتحركة حقلًا مغناطيسيًا. إذا قمت بإخراج البطاريات من جهاز التحكم عن بعد، سيحتفظ على الأغلب بشحنة مغناطيسية صغيرة. طبعًا لا يمكنك حمل سيارة باستخدام هذه القوة المغناطيسية، ولكن ربما بالإمكان حمل قطع حديدية صغيرة أو حتى مشابك ورقية.

من جهة أخرى، الأرض عبارة عن مغناطيس في حد ذاتها. من خلال تعريف المغانط الكهربائية الذي تكلمنا عنه سابقًا، نرى أنه يمكن إنشاء مغناطيس كهربائي بتدفق تيار كهربائي حول نواة قابلة للتمغنط. نواة الأرض من الحديد، وكما نعلم أن لديها قطبين شمالي وجنوبي، وهما ليسا مجرد مسمّيَين جغرافيَّين وإنما يشكلان فعلًا قطبَين مغناطيسيَّين. يولد تأثير الدينامو **Dynamo effect** (وهي ظاهرة ينشأ من خلالها تيار كهربائي كبير في الحديد بفضل حركة الحديد السائل ضمن النواة الخارجية) تيارًا كهربائيًا ينتج بدوره شحنة مغناطيسيًا، وهذه المغناطيسية الطبيعية للأرض هي التي تجعل البوصلة تعمل، فهي دائمًا تشير إلى الشمال وذلك لأن الإبرة المعدنية للبوصلة تتجاذب

مع القطب الشمالي.

يتضح أن هناك مجالات واسعة لاستخدامات المغانط الكهربائية: منها الصغيرة، وذات الاستخدام المنزلي، وتلك المصنوعة في المخابر العلمية، والأرض بحد ذاتها. إذًا، من أين انبثقت هذه الأجهزة في العالم الحقيقي؟ في الفقرة القادمة سنلقي نظرة على تأثير المغانط الكهربائية في حياتنا اليومية.

المغانط الكهربائية في كل مكان حولنا

تتميز الكثير من المغانط الكهربائية عن المغانط الدائمة بسهولة تشغيلها وإيقافها عن العمل، وكذلك قدرة التحكم بقوتها من خلال زيادة أو إنقاص كمية الكهرباء المتدفقة حول النواة.



مهندسون يركبون مغناطيس عملاق داخل مصادم الهدرونات، وهو مسرع جسيمات ضخم. حقوق الصورة: Fabrice Coffrini/AFP/Getty Images

تعتمد التكنولوجيا الحديثة بشكلٍ كبير على المغانط الكهربائية لتخزين المعلومات باستخدام أجهزة تسجيل مغناطيسية. على سبيل المثال، عندما تُخزَّن بيانات على القرص الصلب للحاسوب، تتوضع قطع معدنية ممغنطة متناهية في الصغر على القرص مشكلةً مخططًا محددًا للمعلومة المحفوظة. تُحفظ هذه البيانات في الحاسوب كلغة برمجية ثنائية (واحدات وأصفار). عند استعادة المعلومات، يتحول المخطط إلى المخطط الثنائي الأصلي ويُترجم إلى شكل مفهوم. إذًا ما الذي يجعل من ذلك مغناطيسًا كهربائيًا؟ يتدفق التيار الكهربائي عبر دارة الحاسوب ويُمغنط هذه الأجزاء المعدنية الصغيرة جدًا. يُستخدم هذا المبدأ ذاته في شريط التسجيل، وأشرطة الفيديو وأجهزة التسجيل الأخرى. لذلك يمكن للمغانط أحيانًا أن تُفسد ذاكرة التخزين لهذه الأجهزة.

كما مهدت المغانط الكهربائية الطريق لتسخير إمكانات الكهرباء في المقام الأول. في الأجهزة الكهربائية، يدور المحرك لأن التيار الكهربائي المتدفق في المأخذ يولّد حقلًا مغناطيسيًا. إذ ليست الكهرباء بحد ذاتها ما يزود المحرك بالطاقة، وإنما الشحنة المتولدة من المغناطيس ما يفعل ذلك. تنتج قوة المغناطيس حركة دورانية تدور حول نقطة محورية، بنفس الطريقة التي تدور بها العجلة حول محورها.

إذًا، لما لا نتخطى هذه العملية ونزود المحرك بكهرباء المأخذ؟ لأن التيار الكهربائي اللازم لتزويد جهاز ما بالطاقة كبير حقًا. هل لاحظتم أن تشغيل جهاز كبير كالتلفاز أو الغسالة يسبب ارتعاش الأضواء؟ ذلك لأن الجهاز يستهلك الكثير من الطاقة في البداية، ولكن تلك الكمية الضخمة من الطاقة لازمة لبدء عمل المحرك فقط، وبمجرد حدوث ذلك، تبدأ هذه الحلقة من التحريض الكهراطيسي **Electromagnetic induction** بالعمل.

سننتقل الآن من الأجهزة المنزلية إلى أكثر الآلات تعقيدًا لنرى كيفية استخدام المغانط الكهربائية في استكشاف أصل الكون. مسرعات الجسيمات **Particle accelerators** هي آلات تدفع الجسيمات المشحونة نحو بعضها البعض بسرعة كبيرة جدًا لمراقبة ما يحصل عند اصطدامها. حزم الجسيمات دون الذرية **Subatomic particles** هذه دقيقةٌ جدًا ومن المهم جدًا السيطرة على مسارها كي لا تنفجر وتُدمِّر الآلة، هنا تتدخل المغانط الكهربائية، تتوضع المغانط على طول مسار حزم الاصطدام، وتتحكم مغناطيسيتها بالمسار والسرعة.

لدى المغانط الكهربائية دورٌ مهمٌّ جدًا في العالم المحيط بنا، فيمكنها أن تدخل في تفاصيل أبسط شيء يمكن أن تصنعه في مرآبك الخاص، كما يمكن أن تشغل الآلات المعقدة التي يعتمد عليها الباحثون والمهندسون في حل لغز أصل الكون.

هل أنتم مستعدون للقيام ببعض التجارب على المغانط الكهربائية؟ انتقلوا إلى الفقرة التالية للحصول على بعض الأفكار الممتعة.

تجارب على المغانط الكهربائية يمكن القيام بها في المنزل:

يُعد صنع المغانط الكهربائية سهلًا، فهي لا تحتاج سوى القليل من المعدات و مصدرا للطاقة. أولًا، تحتاجون إلى العناصر التالية:

- مسمار حديدي يبلغ طوله **6** إنشات (**15** سنتيمترات) على الأقل.
- سلك نحاسي معزول عيار **22**.
- بطارية جافة واحدة.

عندما تتوفر لديكم هذه الأدوات، أزيلوا العزل عن كل طرف من طرفي السلك النحاسي لتأمين اتصال جيد مع البطارية. لفوا السلك النحاسي حول المسمار، وكلما ازدادت شدة اللف ازدادت قوة الحقل المغناطيسي. وأخيرًا، أوصلوا البطارية وذلك بربط إحدى نهايتي السلك مع القطب الموجب والآخر مع القطب السالب (لا يهم أي نهاية للسلك ستوصل مع أي قطب من البطارية). وبسرعة سيعمل المغناطيس الكهربائي!

لا يمكنكم الحصول على عددٍ كافٍ من المغانط الكهربائية المصنوعة في المنزل؟ هنا بعض الأفكار لتجربوها:

- ما هي الطاقة المغناطيسية لملف كهربائي وحيد ملفوف حول مسمار؟ **10** لفات؟ أو مئة لفة؟
جربوها بعدد مختلف من اللفات ولاحظوا الفرق. إحدى طرق قياس ومقارنة شدة مغناطيس هي بملاحظة عدد المشابك الورقية التي يلتقطها.

- ما هو الفرق بين استخدام قضيب من الحديد أو من الألمنيوم لصنع المغناطيس؟
على سبيل المثال، قوموا بلف رقائق الألمنيوم بشكلٍ محكم ليُستخدم بدلًا من المسمار كنواة للمغناطيس. ما الذي سيحصل؟ وماذا لو استخدمتم قضيبًا بلاستيكيًا، كالقلم مثلًا؟

- ماذا عن الملف الكهربائي؟
الملف هو شكل آخر للمغناطيس الكهربائي. هو عبارة عن أنبوب كهرومغناطيسي يُستخدم عادةً لسحب قطعة معدنية. أحضروا أنبوب عصير أو قلم قديم (وأزيلوا أنبوب الحبر منه)، أحضروا مسمارًا صغيرًا (أو مشبك الورق المقوى) حيث يمكنها الدخول ضمن الأنبوب بسهولة. قوموا بلف سلك حول الأنبوب **100** لفة. ضعوا المسمار أو مشبك الورق على إحدى نهايتي الملف وقوموا بوصل الملف مع البطارية. هل لاحظتم حركة المسمار؟ تُستخدم الملفات في أنواع مختلفة من الأماكن وخاصةً في الأقفال. إذا كان لدى سيارتك أقفال كهربائية فهي على الأغلب تعمل باستخدام الملفات. وهناك أمرٌ شائعٌ أيضًا وهو استبدال المسمار بمغناطيس دائم أسطواني ورقيق. ثم بإمكانكم تحريك المغناطيس للداخل والخارج بتغيير اتجاه الحقل المغناطيسي ضمن الملف. (يرجى الانتباه عند محاولة وضع المغناطيس في الملف، فقد ينطلق المغناطيس بسرعة).

- كيف نتأكد من وجود حقل مغناطيسي بالفعل؟
يمكنك ملاحظة الحقل المغناطيسي باستخدام برادة الحديد. اشتروا القليل من برادة الحديد أو أحضروها بأنفسكم وذلك بتحريك مغناطيس عبر الملعب أو رمل الشاطئ. ضعوا برادة الحديد على قطعة من الورق وضعوا الورقة أعلى المغناطيس. اضربوا الورقة برفق وستلاحظون اصطفاف برادة الحديد حسب خطوط الحقل المغناطيسي ما يمكّنكم من معرفة شكل المجال!

- التاريخ: 2019-03-13
- التصنيف: طاقة وبيئة

#المغانط الكهربائية #حقل مغناطيسي

المصطلحات

- **الكهرومغناطيسية أو الكهراطيسية (electromagnetism)**: الكهرومغناطيسية هي مجال دراسة يُركز على القوة الكهرومغناطيسية التي تُمثل نوعاً من التفاعلات الفيزيائية التي تحصل بين الجسيمات المشحونة كهربائية. المصدر: العلوم الأمريكية

المصادر

- howstuffworks

المساهمون

- ترجمة
  - رنيم ديب
- مُراجعة
  - أسامة العمزاوي
- تحرير
  - رأفت فياض
- تصميم
  - رنيم ديب
- نشر
  - أمل أحمد