التحدي الهندسي:

صنع مغناطيس كهربائي

يكمن تحدي SEED الهندسي في صنع أفضل مغناطيس كهربائي ممكن. وسيتم الحكم على مغناطيسك الكهربائي وفقاً للوزن القادر على حمله، فالمغناطيس الكهربائي "الأفضل" هو القادر على حمل الجسم أو الأجسام الأثقل وزناً.

وكأي مشكلة هندسية، هنالك حدود ومتطلبات يجب عليك الالتزام بها.

وإليك الإرشادات التالية:

1. تستطيع استخدام سلك بطول 250سم كحد أقصى، ولا يوجد حد أدنى لذلك.
2. يجب أن لا يقل قياس السلك عن20. (كلما زاد القياس كلما أصبح السلك أكثر رفعاً، لذا فإن قياس 20 هو أسمك سلك يمكنك استخدامه.)
3. تستطيع استخدام أي شيء لنواة الملف، أو عدم استخدام نواة على الإطلاق.
4. يمكن أن يكون المغناطيس الكهربائي بأي حجم أو شكل.
5. يجب أن يكون مصدر الطاقة بطارية واحدة بسعة 1.5 فولت، وليس أكبر من حجم D.
6. تستطيع استخدام أي مادة ذات قوة نفاذ مغناطيسية، مثل الحديد أو النيكل أو الفولاذ، كثقل تقوم بحمله. كما تستطيع تجربة حمل جسم واحد، أو عدة أجسام صغيرة كدبابيس الورق المعدنية أو المسامير. فالثقل الإجمالي هو الذي يؤخذ بعين الاعتبار.

أرسل لنا صوراً ووصفاً لما قمت بعمله مع النتائج التي توصلت إليها بعد قيامك بصنع مغناطيسك الكهربائي. وسنقوم بنشرها هنا في مركز علوم SEED.

السلامة

1. استخدم بطارية واحدة سعة 1.5 فولت فقط، على أن لا تكون أكبر من حجم D كما هو محدد. يمكن أن تسبب الفولتية العالية صدمة كهربائية، كما يمكن أن تسبب البطارية الأكبر حجماً إحماءاً زائداً وخطراً لبعض المغانط الكهربائية حتى لوكانت سعتها 1.5 فولت.
2. حتى مع اتخاذ الاحتياطات المذكورة في 1، يمكن لمغناطيسك الكهربائي أن يسخن، وإذا ما حدث ذلك قم بفصله فوراً.

ما هو المغناطيس الكهربائي؟

عند تدفق الكهرباء عبر سلك، يتم إنتاج مجال مغناطيسي. تتكون معظم المغانط الكهربائية من سلك ملفوف حول نواة مصنوعة من الحديد أو الفولاذ. إليك مثالاً قمنا به في تجربة الإرخاء المغناطيسي.

يتم لف السلك حول دبوس ورق معدني مقوم ومن ثم يتم توصيله بأحد أقطاب البطارية. وعندما يكون الطرف الحر من السلك موصولاً بالقطب الآخر للبطارية، يتدفق التيار الكهربائي عبر السلك ويصبح دبوس الورق المعدني ممغنطاً.

يحدث ذلك نتيجة تنظيم ذرات الحديد في دبوس الورق المعدني على شكل تجمعات تعرف بالمجالات. وتشبه هذه المجالات مغانط صغيرة في كل منها قطباً شمالياً وقطباً جنوبياً. وغالباً ما تضطرب هذه الأقطاب وتختلط بشتى الاتجاهات ليلغي كل مجال من المجالات المغناطيسية المجال الآخر. عندما تترتب المجالات في نفس الاتجاه، تصبح قطعة الحديد مغناطيساً، وعندما تتدفق الكهرباء عبر السلك الملفوف حول دبوس الورق المعدني، تترتب المجالات.

هنالك نوع آخر من المغانط هو المغناطيس الدائم، كالمغناطيس الذي تقوم بتعليقه على الثلاجة. ويصنع المغناطيس الدائم من الحديد أو من معدن آخر ذو نفاذية مغناطيسية مثل النيكل أو الكوبالت. تترتب المجالات عند صنع المغناطيس وتبقى على هذا الحال بصورة دائمة.

كيف صنعنا واختبرنا مغناطيسنا الكهربائي

وضعنا أحد أطراف السلك حول البرغي، مع إبقاء بضعة سنتيمترات متدلية من الجانب. أما الخطوة التالية فهي لف السلك حول البرغي على شكل طبقات ذهاباً وإياباً حتى يتم استنفاذ معظم السلك البالغ طوله 250 سم، ما عدا بضعة سنتيمترات .

قمنا بلف أطراف السلك الحرة معاً. ومن ثم قمنا بإزالة حوالي 2 سم من العازل عن كل من طرفي السلك باستخدام أداة تعرية الأسلاك. ويمكن استخدام سكين بدلاً من أداة تعرية الأسلاك.

كان باستطاعتنا استخدام سلك معزول بمادة المينا بدلاً من ذلك .ومادة المينا هي نوع من الدهان يستخدم لعزل الأسلاك بنفس طريقة عمل البلاستيك .ويمكن إزالة مادة المينا من أطراف السلك بواسطة ورق زجاج.

لاستخدام المغناطيس الكهربائي وضعنا أطراف ملف السلك على أقطاب البطارية وقمنا برفع بعض دبابيس الورق المعدنية، فرفع هذا المغناطيس الكهربائي 21 دبوساً ورقياً. كانت هذه هي نفس دبابيس الورق التي استخدمت في التحدي لصنع قارب طيني .

قمنا بوزن الدبابيس وتوصلنا إلى أن معدل وزن كل دبوس 0.52 غرام. لذا رفع المغناطيس الكهربائي 10.92 غرام - وهو ليس بالوزن الكثير فلا شك أنك تستطيع أن تحقق نتيجة أفضل.

إرشادات

هنالك عوامل عديدة تؤثر على قوة المغناطيس الكهربائي .إليك بعض النقاط المفيدة لتصميم وصنع مغناطيسك الكهربائي:

- **كلما زاد عدد لفات السلك، كلما كان المجال المغناطيسي أقوى.**
فأنت مقيد باستخدام سلك بطول 250 سم ومن الأفضل استخدام السلك بأكمله. إن عدد اللفات التي يمكنك الحصول عليها من طول معين لسك يعتمد على طريقة اللف، فاللف المرتب أفضل.
- **كلما زاد قطر الملف، كلما كان المجال المغناطيسي أقوى.**
وبما أنك مقيد بطول سلك معين، فإن زيادة قطر الملف تعني عدد لفات أقل.
- **إن طول الملف يؤثر على قوة المغناطيس الكهربائي.**
إذا كان طول الملف يساوي نصف قطر الملف، فإن زيادة طوله ستؤدي إلى إضعاف قوة المغناطيس الكهربائي. إن العلاقة بين نصف القطر والطول معقدة لذا يعطي رامون هيرناندیز خبير SEED هذا الشرح ليبين كيف يؤثر نصف قطر وطول ملف المغناطيس الكهربائي على قوته.
- **كلما ارتفع التيار الذي يسحبه المغناطيس الكهربائي، كلما كان المجال المغناطيسي أقوى.**
وبما أننا قد حددنا الفولتية بـ 1.5 فولت، فإن مقاومة الملف تحدد مقدار التيار الذي سيسحبه المغناطيس الكهربائي. ووفقاً لقانون أوم: **ت = ف \ م** حيث أن **ت** = التيار ،**ف** = الفولتية، و **م** = المقاومة فكلما كان السلك أرفع، كلما زادت مقاومته.

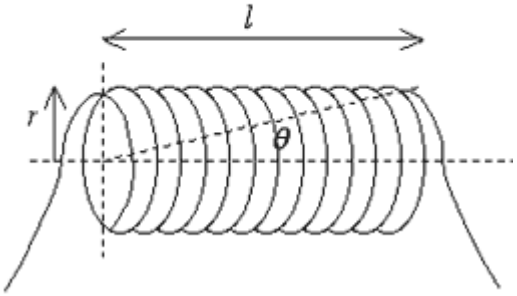
- **إن مقدار التيار الذي يسحبه المغناطيس الكهربائي قد يكون أقل فعلياً مما يحدده قانون أوم .**
وهنالك تقييد آخر وهو مصدر الطاقة والذي يوفر أقصى تيار يمكن توصيله. ليست جميع البطاريات ذات 1.5 فولت متساوية من هذه الناحية، فبطارية حجم D هي ذات سعة أكبر من بطارية حجم ،AAA كما توجد أنواع متعددة من البطاريات ذات الحجم نفسهلقد . استخدمنا بطارية قلويةو ،هنالك بطاريات رخيصة الثمن مصنوعة من الكربون والزنك وأنواع متعددة من البطاريات القابلة لإعادة الشحن بما في ذلك بطارية النيكل والكادميوم .وأخيراً فإن البطارية الجديدة لها سعة أكبر من البطارية المستعملة لبعض الوقت .

كيف يؤثر نصف قطر وطول ملف مغناطيس كهربائي على قوته

حجم الملف: نصف القطر

إن الحث المغناطيسي في مركز أحد أطراف ملف لولبي طويل مع اللفات المتصلة هو:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{l} \frac{\cos\theta}{2}$$



إن قوة المغناطيس ستكون متناسبة مع الطاقة المخزنة في المجال المغناطيسي

$$W = \frac{1}{2} INB(\pi r^2) \approx \frac{1}{2} IN\mu_0 \frac{NI}{l}(\pi r^2) = \frac{1}{2}\mu_0 \frac{N^2 I^2}{l}(\pi r^2)$$

لاحظ أن العبارات على اليمين صحيحة فقط للملف عندما يكون ***r < I*** الطول > نصف القطر. من المعادلة في الأعلى نرى أن الطاقة متناسبة مع مربع نصف القطر، وتوضح أنه كلما كان نصف القطر أكبر، كانت الطاقة أكثر. لكن لدينا طول محدد لسلك ممغنط وكلما كان نصف القطر أكبر كان عدد اللفات أقل. فعلياً:

$$N \approx \frac{250cm}{2\pi r}$$

وبتعويض ***ن*** في معادلة الطاقة:

$$W \approx \frac{1}{2}\mu_0 \frac{250cmI^2}{4\pi^2 r^2 l}(\pi r^2)$$

كما نرى، فإن مربع نصف القطر في البسط يلغي مربع نصف القطر في المقام.

النتيجة: بالطول المحدد من السلك الممغنط، تكون قوة المجال وبالتالي قوة المغناطيس مستقلة لحد كبير عن نصف قطر الملف. يفضل عمل شكل دائري لأنه يعطي أكبر مقطع عرضي بأقل محيط.

حجم الملف: الطول

نرى في معادلة الطاقة ان طول الملفي المقام وهذا قد يؤدي بنا إلى التفكير خطأ أنه كلما كانت الملفأقصر كان ذلك أفضل. لكن تذكر التقريب الذي قمنا به في حساب الطاقة حول كون الملفأطول من قطره بكثير.

إذا رجعنا إلى الجزء الأول من معادلة الطاقة نرى انها متناسبة مع الحث المغناطيسي ***B***. لذلك يجب أن يكون حجم الملف اكبر لتصل ***B*** إلى أقصى حد لها.

إذا في التعبير عن ***B*** في الصفحة الأخيرة نرى ان الطول ***I*** في المقام، لكن هذا الطول يعرف أيضاً الزاوية θ. إن ***I*** صغير جداً ومتزايد، ستزداد $\cos\theta$ جزئياً إلى ***I***، لاغية تأثير طول الملفي المقام. اذا زادت θعن 45 درجة، فإن جيب التمام سيزداد ببطء أكثر، وستتناقص ***B***.

من الصعب تقييم هذه العوامل تحليلاً، هنا يصبح تصميم المغناطيس فناً. سيسمح نموذج عنصر محدود بتغيير الطول إلى معدل نصف القطر ويتم ملاحظة أين تكمن أقصى الطاقة. كقاعدة شائعة أقترح محاولة جمع الملفي طول مقداره مرة أو مرتين من نصف القطر ونرى ما الذي ينتج أعلى قوة. (في حالة أن ***I = r*** تكون كثافة المجال 70% أقصى من الحد.) تحزيم الملف أكثر من طبقة سيزيد تأثير قطر الملف، لكن سيزيد اللفات لكل وحدة طول.